



العلوم والطبيعية

الصف الثالث الثانوي

الفرع العلمي

تأليف

عبد الرؤوف نقشبدي الدكتور وحيد الصواف وفيقه عفتاد

مفرد التأليف والنشر والطبع محفوظة لوزارة التربية والتعليم

العلوم والطبيعية

الصف الثالث الثانوي

الفرع العلمي

تأليف

عبد الرؤوف نقشبتي الدكتور وحيد الصواف و فقيه عفتاه

ماهية الحياة ؟

ان وضع تعريف واضح للحياة يكاد يكون مستحيلا منها بذات في سبيل ذلك من جهود وتعتبر مع ذلك كلمتا « حي وجماد » صفتين من صفات المادة .

وقد قسم عالم الجمادات قديماً الى قسمين : عضوي وغير عضوي . ضم القسم الاول منها المواد التي تصنعها الاحياء كالسللوز والسكر والدم وماشابهها وضم القسم الثاني المعادن واشباه المعادن الموجودة في الطبيعة . وقد حاول الكثيرون اقامة سد منيع بين هذين القسمين استناداً الى النظرية القائلة بأن الكائنات الحية وحدها تستطيع صنع المواد العضوية ، ولكن تجارب العالم وهلم عام ١٨٢٨ استطاعت ان تثبت امكانية الحصول على مواد عضوية في المختبر دون اللجوء الى الكائنات الحية ، اذ تمكن من صنع مادة البولة ابتداءً من مواد معدنية صرفة . ولكن التقسيم المذكور بقي متبعاً لتسهيل الدراسة .

واذا استحال الوصول الى معرفة كنه الحياة فان معرفة الصفات التي تميز المادة الحية عن المادة الجامدة ممكن . وقد ظهرت بنتيجة دراسة هذه الصفات ان جميع الكائنات الحية نباتاً كانت ام حيواناً تتمتع بصفات اساسية واحدة منها بلغ بناؤها التشريحي ومها بسط ، وينطبق هذا على الانسان الذي يعتبر ارقى الحيوانات .

٢ - صفات الكائن الحي :

١ - التمضي : لكل كائن حي معين حجم معين وشكل معين فليس هناك

حيوان او نبات بدون شكل كما هي الحال في بعض الجمادات كالماء والهواء . ويعتبر وجود الهيولى (البروتوبلازما) من اول صفات الكائن الحي وهي مادة عديمة اللون نصف مائنة توجد حيثما وجدت الحياة . وتتألف الهيولى من قسمين اساسيين : الهيولى الخلوية (سيتوبلازما) والنواة . وهما يؤلفان ممّا وحدة تامة اطلق عليها اسم الخلية . وقد تختلف الخلايا من كائن حي الى آخر اختلافا كبيرا في الصفات العامة لكنها تحتفظ جميعها بالصفات الاساسية التي تميزها عن الجمادات .

ب - التركيب الكيميائي : ان العناصر الكيميائية الداخلة في تركيب المادة الحية هي نفسها التي تدخل في تركيب الجمادات الا ان المركبات الناتجة عن اتحاد هذه العناصر تكاد تكون خاصة بالكائنات الحية . ويقدر عدد العناصر التي توجد في الهيولى بكميات يسهل كشفها ومعايرتها بأربعة عشر عنصراً مع ان عدد العناصر في الطبيعة يبلغ اثنين وتسعين عنصراً ، ولا توجد هذه العناصر الاربعة عشر كلها في جميع خلايا الكائنات الحية الا ان اربعة منها وهي الكربون والاكسجين والهيدروجين والازوت توجد في كل مادة حية على التقريب . وام المواد العضوية المرتبطة بالمادة الحية هي السكريات والدهن والهيولينات (البروتينات) وهذه الاخيرة اعقد المركبات العضوية اطلاقاً .

ج - النشاط الهيولي :

١ - الاستقلاب : ليست المادة الحية ساكنة بل متبدلة باستمرار ويتم هذا التبدل بتناول المواد الغذائية من المحيط الخارجي وتحويلها ثم التخلص من الفضلات وتطلق كلمة الاستقلاب للدلالة على مجموع هذه العمليات الثلاث ، فما كان منها في سبيل بناء المادة الحية سمي بالتمثل او تطور التركيب وما كان في سبيل هدم المادة سمي بتضاد التمثل او تطور التقويض . ويتطلب التمثل

وتضاد التمثل قدرة يحصل عليها الكائن الحي من الاغذية بتبدل تركيبها ؛ ويتم ذلك بالاكسدة غالباً وهذا مانسميه التنفس ، لذا كانت كل الكائنات الحية تتنفس (تأخذ الاوكسجين لاهداث الاكسدة وطرح ثاني اكسيدالكربون الناتج عن ذلك) .

٢ - النمو : قلنا أن المادة الحية متبدلة متطورة تقوم بالتمثل كما بتضاد التمثل فاذا كان هناك توازن بين هاتين العمليتين احتفظت المادة الحية بشكلها وحجمها فلا تنمو، الا انه اذا اختل التوازن بزيادة تضاد التمثل مالت المادة الحية الى التلف أما اذا كان اختلال التوازن بزيادة التمثل فان المادة الحية تنمو . ويكون نمو الكائنات الحية وفق طريقة معينة. فكل كائن حي يتبع سلفه في نمو .

٣ - التكاثر

يعتبر التكاثر من الصفات الرئيسية للكائنات الحية فالجمادات لا تتكاثر مطلقاً . والتكاثر عملية معقدة تؤدي الى نشوء كائن حي يشابه سلفه الذي نشأ منه الى حد كبير ؛ والواقع انه لا توجد طريقة بسيطة للتكاثر ، ولكن أبسط الطرق هو ما كان بواسطة الانقسام الخلوي وهذا ما يحدث غالباً في الكائنات الحية البسيطة التركيب كالحوانات والنباتات وحيدة الخلية ، أما في الاحياء الاخرى فيتم التكاثر بطرق أكثر تعقيداً تستغرق اليها فيما بعد .

الاستشارة والتكيف :

كل مادة حية تجيب على التنبيه الوارد اليها من خارجها ، وتتضائل هذه الصفة في النباتات ولكنها لا تعتمد . هذه الخاصة هي الاساس في قدرة الكائن الحي على التلاؤم مع البيئة التي يعيش فيها الكائن الحي أما أن يتلاءم

ويتكيف مع محيطه أو يموت وكلنا يعلم كيف تتغير صفات النبات عندما يرتفع من السهل الى الجبال وكيف تختلف صفات الحيوانات التي تعيش في الماء عن الحيوانات التي تعيش في البر .

وسندرس فيما يلي أهم صفات الكائنات الحية هذه وهي صفة التكاثر .

١- التطور

ان القدرة على انتاج كائنات حية جديدة هي من الصفات الاساسية في الحيوانات والنباتات . وقد استطاع علماء الحياة الاقدمون فهم كيفية التكاثر في الحيوانات الراقية أما بالنسبة للكائنات الحية الاخرى فقد ساد الاعتقاد قروناً طويلة بأن بعض أشكال الحياة يمكن أن تنشأ من مواد غير حية وذلك بالتكاثر المفوي فاعتقد أن الديدان تنشأ من الطين وأن الذباب ينشأ من اللحوم المتفسخة ، وقد بدأ منذ زمن فرانكسكوريدي بنبذ هذه الاعتقادات الخاطئة ، اذ تمكن هذا العالم أن يبين في عام ١٦٦٨ أن الذباب لا ينشأ من اللحوم الا اذا تركت عليها ذبابة حية بعض البيوض . ومع ذلك فقد بقي الاعتقاد سائداً حتى منتصف القرن الماضي بأن الجراثيم والمضويات المجهرية الاخرى تنشأ بصورة عفوية . وفي سنة ١٨٦١ تمكن لويس باستور من نفي وجود التكاثر العفوي وذلك بتعيقه للمزارع وحفظها بعيدة عن التلوث بالجراثيم أو بيوغها ، وقد بقيت هذه المزارع المعقمة والمحفوطة مدة طويلة بدون أن تظهر فيها كائنات حية .

التكاثر اللاجنسي :

يسمى التكاثر لا جنسياً عندما يتم بواسطة فرد واحد ليس له جهاز تكاثر خاص ،
وتشاهد مثل هذه الطريقة في التكاثر في كثير من النباتات والحيوانات في الدنيا .
فوحيدات الخلية كالبراميسيوم تتكاثر بالانشطار المزدوج حيث ينقسم الفرد الى نصفين
متساويين عادة فتقسم النواة اولاً ثم الهيولى الخلوية ، ويتم كل نصف بعد ذلك نموه
حتى يشكل فرداً كاملاً . وقد تحدث عدة انشطارات متواقة فتؤلف مجموعها حادثة
التبوغ او التبرز تلك الحادثة المصادفة في الحيوانات البوغية كعامل البرداء . فالنواة
هنا تنقسم عدة اقسامات متتالية ثم تتوزع الهيولى الخلوية حول كل من النوى البنات فتكون
كل نواة فرداً جديداً .

اما التبرعم فهو طريقة للتكاثر ينشأ فيها الفرد الجديد من برزة صغيرة او برعم يظهر
على الحيوان البالغ ، ويتم هذا البرعم نموه ليشكل فرداً تاماً يشبه الفرد الاصلي
حجماً وشكلاً .

التكاثر الجنسي :

يتكاثر معظم الحيوانات والنباتات بهذه الطريقة التي يتكون الفرد الجديد
فيها من خلايا جنسية تنشأ من ابوين . ويتم ذلك باتحاد خليتين جنسيتين من
نوعين مختلفين (مذكرة ومؤنثة) ونشاهد في النباتات وحيدة الخلية طرق تكاثر
تشبه الطريقة الجنسية في الحيوانات العليا .

ففي الحيوانات المهذبة يتحد فردان متشابهان ظاهراً ويتبادلان بعض
المواد النووية ثم ينفصلان ليحدث في كل منهما انشطار ثنائي . وكذلك في
الحيوانات البوغية تتكون في احدى مراحل الحياة افراد مختلفة (الاعراس

الصغيرة والاعراس الكبيرة) ، ثم يتحد كل فرد مع قرينه المقابل ليكونان فرداً جديداً يتم دورة حياة الحيوان .

اما في الحيوانات كثيرة الخلايا فالجنس هو مجموع الصفات الوظيفية والبنوية التي تميز الذكر عن الانثى ويمطي كل من الجنسين خلايا جنسية منفصلة . فالحلايا التي يمطيها الذكر صغيرة تعرف بالنطفة والخلايا التي تمطيها الانثى اكبر حجماً وتعرف بالببيضة . وقد يختلف الجنسان عن بعضها بالشكل الخارجي او الداخلي كما قد يكون الاختلاف وظيفياً ونفسياً هذا عدا الاختلاف الضروري في بنية اجهزة التكاثر في كل منها .

تكون الخلايا الجنسية في اعضاء غدية تسمى المناسل فتكون النطفة في الخصية بينما تتكون الببيضة في المبيض وتعتبر المناسل هذه الاعضاء الجنسية الاولية وتلحق بهذه الاعضاء اجزاء اخرى ضرورية لاتمام عملية التكاثر قد تكون مفردة او مزدوجة او متعددة وذلك بحسب نوع الحيوان .

واذا وجد جهاز التناسل المذكور مع جهاز التناسل المؤنث في حيوان واحد سمي الحيوان وحيد الجنس كما في الديدان المسطحة وديدان الارض . اما اذا كان كل من الجهازين منفصلاً عن الآخر في فرد مستقل سمي الحيوان ثنائي الجنس وكل الحيوانات الفقارية وبعض عديمات الفقار من هذا النوع ؛ وتطلق صفة الخنث على الحيوانات وحيدة الجنس وعلى الحيوانات التي يصادف فيها جهاز التناسل في فرد واحد بصورة شاذة .

جهاز التنكر في الانسان

اجراء تشريح خصية خروف عملاً اثناء الدرس

تختلف أجهزة التكاثر من حيوان الى آخر ولكنها تتصف جميعها بصفات اساسية متشابهة وسندرس كثال عليها أجهزة التكاثر في الانسان .

١- المناسل المذكورة او الغصيتان :

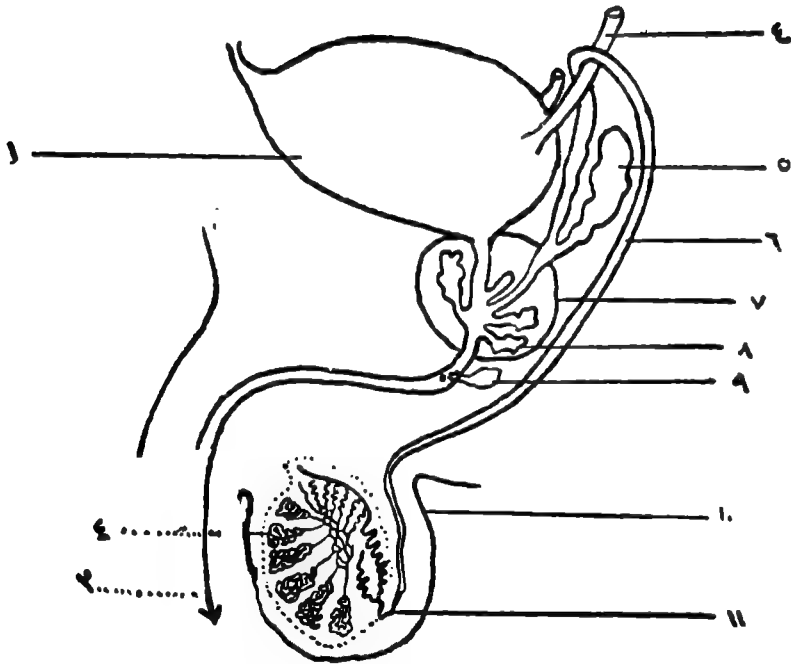
الخصيتان جسمان متناظران بيضيان تقيس أبعادهما 4×5 ، 2×2 سم وتزن الخصية الواحدة أربعة عشر غراماً . تتدلى الخصيتان في كيس الصفن معلقتين بواسطة الحبل المنوي ، ولكل منهما ثلاث لحف . تنشأ الاحافه الاولى من الصفاق الباربطون بينما تكون الثانية ليفية والثالثة وعائية تنتشر الى داخل الخصية . وتتألف الخصية من فصيصات يحتوي كل فصيص منها على أنابيب دقيقة ملتفة كمد اثنتين أو ثلاثة وتبدأ بنهاية عوراء ، وفي هذه الانابيب تتشكل النطف التي تتألف من رأس بيضي هو النواة وذنب طويل يؤمن للنطفه حركتها وتوجد بين هذه الانابيب الدقيقة بعض الخلايا البشرية المظهر التي تؤلف مايعرف بالنسيج الخلالي .

ومجدد بنا أن نذكر هنا أن الغصيتين معلقتان قسماً بالحبل المنوي

وأنها تتغلغان بكيس جلدي يسمى الصفن ووظيفته وقاية الخصيتين وذلك بأن يسمح لهما بالانزلاق داخله لتجنب الضغط الواقع عليها أثناء الجلوس أو الوضعيات المزعجة . ويختلف منظر هذا الكيس باختلاف صحة الشخص وسنه وحرارته ، فهو عادة متقلص متجمد يدفع بالخصيتين نحو العانة أما في حالة المرض فيبدو مسترخياً أملساً .

الاعضاء المذكورة الملحقه :

هي أعضاء ضرورية لنقل النطف الى جوار البيضات التي تكون عادة



شكل (١) الاعضاء المذكورة الملحقه (مقطع طولي)

- ١ - المثانة ٢ - الانابيب ٣ - مجرى الاحليل ٤ - الحالب ٥ - الحويصل ٦ - الحبل المنوي
- ٧ - محفظة المارثة ٨ - الجيوب الموثية ٩ - الغدة البصلية الاحليلية ١٠ الصفن ١١ القناة الدافقة

داخل حوض الانثى . وتشتمل على الاوعية الناقلة والحوصلات المنوية والموثة والقضيب . فالانابيب الدقيقة المتتفة او الانابيب المنوية تتحد مع بعضها لتكون انابيب اوسع تعد نحواً من عشرين انبوب يطلق عليها اسم الاوعية الناقلة . لانها تنقل النطف الى خارج الخصية . ثم تتحد هذه الاوعية فتؤلف انبوباً طويلاً ملتفّاً يسمى البربخ يستقر على القطب العلوي من الخصية . ويلعب البربخ دور خزان للنطف بسبب طوله الذي يقرب من ستة امتار وينتهي البربخ بأنبوب ذي جدران عضلية مَخْنِيَّة يسمى القناة الدافقة تكل سيرها عبر القناة المغنية لتصب في مجرى الاحليل في اقسامه الاولى المجاورة للموثة ، وتفرع منها قبل مصبها على الاحليل قنية صغيرة تصل القناة الدافقة بمحويصل عضلي غشائي يلمع دور خزان للنطف ايضاً يسمى الحويصل المنوي يستقر خلف المثانة .

الموثة هي عضو غدي عضلي بحجم ثمرة الكستناء يحيط بالقسم الاول من الاحليل ويفرز سائلاً آحياً كثيفاً يدعى المني يختلط مع النطف لبشكل ما يسمى بالسائل المنوي .

وظائف الخصية :

تلعب الخصية دوراً مضاعفاً فهي غدة ذات نوعين من الافراز : الاول خارجي ويقوم على تكوين النطف في الانابيب المنوية وافراغها الى القنوات ، والثاني داخلي يقوم على افراز حائة خاصة اطلق عليها نسبة لمصدرها اسم التستوسترون وهي مادة تحدث التطور الجنسي في الذكر . والخلايا المفرزة لهذه الحائة هي خلايا النسيج اغلالي المستقرة بين الانابيب المنوية .

تأثير الغدة النخامية على الخصية :

نلاحظ عند دراسة وظائف المناسل بأن هذه الغدة لاتتحكم بحرية في عملها

ومسيرها للأسباب التالية : لا تتطور مناسل الحيوانات التي استؤصلت غدتها النخامية بل تضمحل وينعدم نضج النطف والبيضات . وبالعكس فإن إعطاء خلاصات الفص الامامي للنخامة الى الحيوانات غير البالغة يسرع نضجها الجنسي ويستنتج من هذا ان المناسل تقع تحت سيطرة مادة او مواد تفرزها خلايا الغدة النخامية . وقد تبين بنتيجة الملاحظات السريرية والاعمال المخبرية ان هناك حائتين منشطتين للمناسل تفرزهما خلايا الفص الامامي للغدة النخامية وهما :

١ — حائنة نضج الاعراس : وهي التي تحرض التبدلات الخلوية الضرورية لتجمل الاعراس ناضجة وصالحة للإلقاح . وتنبه الخصيتان والمبيضان بنفس الحائنة التي اما ان يكون لها تأثير مذكر او مؤنث .

٢ — الحائنة الملونة : وهي حائنة خاصة بالاناث تبدأ بتشكيل الجسم الاصفر بعد الاباضة (خروج البيضة من المبيض) وتدفع الى افراز حائنة اخرى تسمى البروجسترون ستنعش لدراسة الجسم الاصفر وحائته عند دراسة جهاز التناسل عند الانثى) . فالبلوغ اذن في كل من الجنسين يتعلق بيده تكون الحائثات الجنسية في النخامة ؛ وتتمتع هذه الحائثات بتأثير مزدوج : تأثير بنوي يتجلى بنضج في الاعراس ونمو الاعضاء التناسلية الملحقه وتأثير نفسي عاطفي ، يوجه سلوك الفرد في احد الاتجاهين الجنسيين .

الحائثات المذكورة :

هي مواد كيميائية (طبيعية او تركيبية) قادرة بعد حقنها على احداث التطور الجنسي واظهار الصفات الجنسية الثانوية^(١) في الذكور غير البالغة او

(١) يقصد بالصفات الجنسية الثانوية في كل من الجنسين المميزات التي يكتسبها الفرد بعد البلوغ والتي تتأثر باستئصال المناسل ، اذ تضمحل بعد هذا الاستئصال الاعضاء الملحقه وتنب الصفات الظاهرية التي تميز الجنسين عن بعضها اما الصفات الجنسية الاولية فيقصد بها تكون المناسل .

الخصية . ويعتبر التستوسترون ام حائة فيها اذ يحدث تأثيرات مختلفة نجعلها فيما يلي :

آ - نمو الاعضاء المذكورة الملحقه التي اتينا على ذكرها وهي القضيب والموثة والقناة الدافقة والحويصلات المنوية والصفن .

ب — تطور الصفات الجنسية الثانوية في الذكر البدنية منها والنفسية .

الصفات البدنية : نفص سعة الحوض الذي يطهر بجلاء عند مقارنته بحوض الانثى؛ خشونة الصوت ؛ ثم التوزع الخاص للاشعار والغدد الدهنية والمدخرات الدسمة تحت الجلد.

الصفات النفسية : هي التي يعبر عنها بأنها سلوك لمذكر الذي يعيز الفرد الذكر عن الانثى .

ج - التأثيرات الاستقلالية : وهي زيادة النمو وازدياد طول العظم قبل تكلس غضاريف الاتصال وكذلك زيادة نمو العصلات ووزن الجسم . غير ان بقية الغدد الاخرى تشترك على الاغلب في احداث هذه التأثيرات .

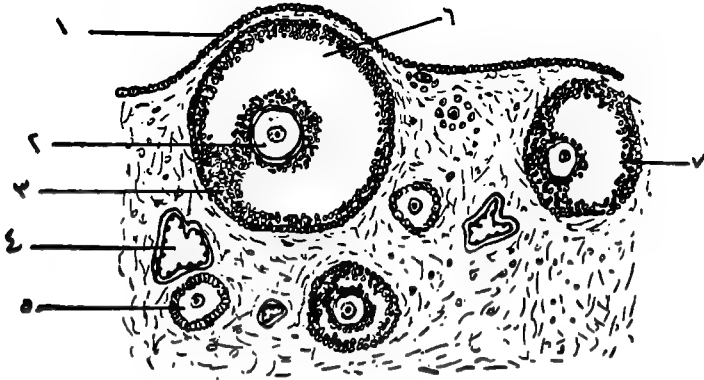
التستوسترون :

هو الحائة الخاصة التي تفرزها الخلايا الخلاية في الخصية وهو المسؤول في الشخص الطبيعي عن التأثيرات التي اتينا على ذكرها وتسيطر حائات الغدة النخامية على افرازه اذ لاشك ان هناك تأثيرات متبادلة بينه وبين هذه الحائات . يفرغ التستوسترون مع البول بشكل مركبات ضعيفة التأثير .

ثانياً : المناسل المؤنثة او المبيضان :

المبيضان جسمان مزدوجان يقع كل منهما بجانب الرحم تحت النفير (اي القناة الناقلة للبيوض) ووراء الرباط العريض الذي يثبت الرحم وتغطي كل مبيض طبقة من الخلايا المكعبة تعرف بالظهاره المنتشة التي يرتد اليها منشأ

البويضات ويكون المبيض بعد الولادة محشواً بحويصلات صغيرة مختلفة الحجم - م يجوز



شكل (٢) المبيض (مقطع طولي)

١ - الظهارة المنتشة - ٢ - الببيضة - ٣ - الخلايا الجارية - ٤ - وعاء دموي - ٥ - جريب ابتدائي
٦ - الجوف الجرابي وفيه الدائل الجرابي - ٧ - جريب صغير

عددها الخمسين ألفاً ويطلق عليها اسم الجريبات المبيضية .

ينمو بعض هذه الجريبات ثم ينفجر وبنفجاره تتحرر البويضات الناضجة تسمى الحادثة هذه الإباضة ، وهي تتكرر بصورة متلاحقة بفاصلة تقرب من أربعة أسابيع . ولاتنمو الجريبات جميعها دفعة واحدة بل ينمو جريب واحد أو جريبان في الشهر .

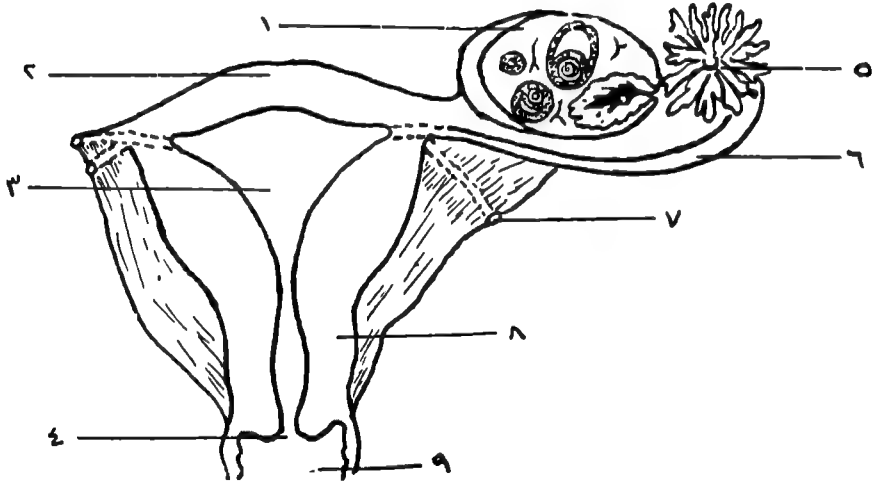
تبدأ أولى حوادث الإباضة منذ زمن البلوغ وتستمر حتى أواخر المقد الرابع تقريباً . فيبلغ بذلك عدد الجريبات التي انفجرت نحواً من خمسمائة جريب ، أما العدد الكبير الباقي في الجريبات الذي كان موجوداً في المبيض منذ الولادة فإنه يعاني تلفاً حوئولياً وتكون الجريبات في المبيض قريبة من السطح الخارجي في منطقة تعرف بقشرة المبيض . ويتألف الجريب في البدء من الببيضة تحيط بها طبقات من الخلايا الجارية وتتألف الجميع طبقتان من الخلايا (الباطنة منها خلوية وعائية والظاهرة ليفية) . وعند بدء النمو يحتفر الجريب بحجوف يتتلى بسائل

جراحي لا يلبث أن يتزايد حتى تحدث الإباضة فينطلق دافماً معه البيضة الناضجة .
وبعد انطلاق البيضة يستمر الجريب في نموه مكوناً جسماً غدياً مصفراً هو الجسم
الاصفر ، الذي يضمحل سريعاً اذا لم يحدث الالقاح بينما يستمر عمله عدة شهور اذا تلقحت
البيضة .

تحرر الجريبات المنفجرة حائفة تسمى الاسترايول بينما يفرز الجسم الاصفر حائفة
أخرى تماكسها في التأثير تسمى البروجسترون وتسيطر الغدة النخامية بنشاطها الدوري
على كل من الحائتين .

الاعضاء المؤثرة الملحقة :

هي أعضاء تقوم باستقبال البيضة ثم نقلها الى الرحم كما تقوم باستقبال النطف التي يفرغها
القنبيب ونجمل دراسة هذه الاعضاء فيما يلي :



شكل (٣) الاعضاء المؤثرة الملحقة (مقطع طولي)

- ١- المبيض وتبدو فيه الجريبات مع جسم اصفر ٢- سقف الرحم ٣- جوف الرحم ٤- فوهة الرحم
- ٥- الصيوان ٦- الثفيرة ٧- الرباط المدور ٨- جدار الرحم ٩- المهبل

٦ - النفيران الرحمان :

وقد سما ايضاً نفيرا فاللوب ، وهما انبوبان عضليان يبلغ طول كل منهما نحواً من عشرة سنتمترات وظيفتها نقل البيضة من المبيض الى جوف الرحم . تتصل احدى نهايتي النفير بالرحم عند الزاوية العلوية الوحشية اما النهاية الاخرى وتدعى الصيوان فهي قريبة جداً من سطح المبيض ولها زوائد كثيرة تجتذب بحركتها البيضة بعد انطلاقها من الجريب .

ب - الرحم : هي عضو عضلي مجوف ابعادها ٧,٥ سم - ٥ سم - ١ سم تقع في الجوف الحوضي بين المثانة والمستقيم ينفذ عليها النفيران في نهايتها العلويتين بينما تتصل نهايتها السفلى بالمهبل . اما الجدران فهي غليظة جداً لان الرحم عضلة قوية تستطيع اثناء تقلصها قذف الجنين . ويحدث اقحاح البيضة عادة في الثلثين الوحشين من النفير وقد يحدث احياناً في الرحم . وللرحم قلفصات منتظمة تمنع نظماً خاصاً عضلي المنشأ ولكنه يخضع لسيطرة الحاثات والجهاز العصبي .

ج - المهبل :

هو قناة عضلية تصل بين الوسط الخارجي وعنق الرحم بحوز طولها سبعة سنتمترات ويطنها نسيج رصني ظاهري . ويسد مدخل المهبل سداً قسماً غشاء رقيق هلامي في الغالب يدعى غشاء البكارة يتمزق بسهولة اثناء المقارنة الجنسية الاولى . ويعتبر المهبل المبراطبي للجنين اثناء الولادة . ولا بد ان نشير هنا الى ان مجرى البول في الانثى مستقل عن المجرى التناسلي بخلاف الحالة في الذكور فهو ينفذ بغوة خاصة تقع في أعلى فوهة المهبل .

الحاثات المبيضية :

يعتبر للحاثات المبيضية نوعان : يضم الاول المواد الاستروجينية والتي

ذكرنا منها الاسترايول ويضم الثاني البروجسترون ومشتقاته . ويعمل هذان النوعان من الحاثات بصورة متناسقة على الرغم من تماكسها بالتأثير ، وقد امكن في الوقت الحاضر صنع الكثير منها بطريقة التركيب .

أ - المواد الاستروجينية :

هي المواد التي تفرزها خلايا الجريب المبيضي والتي توجد بكثرة في السائل الجرابي . وقد اكتشفت منها ثلاث حاثات هي الاسترايول ، الاسترون ، والاستريول وتمتاز الحاثات الاولى بشدة التأثير وتعمل هذه الحاثات في عضلة الرحم فتزيد مقويتها وتسبب فيها تقلصات متكررة قليلة السعة اما في الرحم الحاملة فهي تزيد في تحسس العضلة الرحمية نحو حالة خاصة (حاثات الوضع) تفرزها خلايا الفص الخلقي للنخامة .

ب - البروجسترون :

هو حاث تفرزها خلايا الجسم الاصفر ووظيفتها تهيئة غشاء الرحم المخاطي لقبول البيضة الملقحة ولعشيشها فيه . فاذا حدث الاقحاح استمر الجسم الاصفر في افراز هذه الحاثات فيتكون نتيجة لذلك عضو جديد يستقر في جدار الرحم يسمى المشيمة وظيفته تثبيت الجنين في الرحم وتأمين الاتصال بين جهاز الدوران في الام وجهاز الدوران في الجنين كما يقوم بافراز البروجسترون خلال الاشهر الاخيرة من الحمل بعد توقف الجسم الاصفر واضمحلاله ومن الضروري ان نمود فتؤكد هنا تناسق الهرمونات المبيضية في عملها اذ عليها تتوقف جميع الوظائف الجنسية من اباضة وطمث وحمل ووضع وارضاع .

الطمث :

بعد حدوث الاباضة وانطلاق البيضة يبدأ الجسم الاصفر عمله محدثا تبدلات في

غشاء الرحم المخاطي تتجلى بتمدد غدده وانتفاخه وامتلأه بالدم . ولتعتبر هذه التبدلات تمهيداً لتمشيش الببضة الملقحة او بالاحرى تمهيداً للحمل . فاذا لم يحدث لالتفاح ضمير الجسم الاصفر وتراجع وانقطع افراز البروجسترون . وتنهى نتيجة لذلك جميع التبدلات السابقة في غشاء الرحم المخاطي وتطرح خارجاً بشكل فضلات تؤلف مع الدم الآتي من الاوعية ليملاً الغشاء المخاطي المنتفخ ما يسمى بدم الطمث او الحيض ، وهو دم يتصف بعدم تحثره وباختلاف عزارته من امرأة الى اخرى اذ يستمر النزف الطمئي مدة تتراوح بين ٤-٧ ايام .

الدورة الطمئية

هي المدة الفاصلة بين بدء نزفين طمئيين متتاليين في امرأة طبيعية غير حامل لا تزيد عادة عن اربعة اسابيع . ويبدأ الطمث عند البلوغ ويستمر حتى سن اليأس اي من السنة الثالثة عشرة من العمر حتى السنة الخامسة والاربعين على وجه التقريب .

تحدث في المرأة البالغة اثناء الدورة الطمئية تقلصات رحمية عفوية تتبع نظاماً خاصاً يختلف حسب مراحل الدورة بينما تبقى الرحم ساكنة في المرأة التي استؤصل مبيضاها . وتعتبر الآلام السابقة للطمث التي تستقر غالباً في الظهر نتيجة لازدياد التقلصات الرحمية بسبب افراز الاستراديول وهي تزداد شدة بتأثير العوامل النفسية وتخفف جداً باعطاء البروجسترون .

وظائف المبيض :

للمبيض كما في الخصية نوعان من الافراز : الاول خارجي يقوم على تكوين البويضات ثم اباضتها ناضجة قابلة للالتفاح والثاني داخلي يقوم على افراز خائتين اتينا على ذكرهما متحدان وتنظمان التطور الجنسي في الاناث .

تكون الخلايا التناسلية او الاعراس :

تتكاثر الخلايا التناسلية الاولى المجردة في المناسل باقسامها انقساماً متتافاً يشبه مايقع في خلايا الجسم الاخرى ، فتقسم الصبغيات انقساماً طوالياً بنصفها تماماً . ويؤمن لكل خلية بنت صبغيات مشابهة لصبغيات الخلية الام ومساوية لها بالعدد (اي العدد المضاعف ٢ ن) وينحدر أحد أفراد كل زوج من هذه الصبغيات من الاب ، بينما ينحدر الفرد الآخر من الام . وعند اقتراب النضج الجنسي يسرع تكاثر الخلايا التناسلية المذكورة التي تسمى في هذه المرحلة المنسلات المنوية (الخلايا المنوية الابتدائية) في الذكور أو المنسلات الببيضية (الخلايا الببيضية الابتدائية) في الاناث . ثم تطرأ على هذه الخلايا قبل ان تصبح قابلة لللاقاح عدة تبدلات هامة . يعتبر الانقسام المنصف في طليعتها . وتختلف الاعراس الذكورية عن الاعراس الانثوية بالشكل والحجم والوظيفة ، ولكن التبدلات المتعددة التي تطرأ على المنسلات والتي تؤدي الى تكون الاعراس تتشابه في كلا الجنسين .

الانقسام المنصف :

يعتبر هذا الانقسام في الحقيقة انقسامان متتاليان بدون فترة فاصلة ، وهما يختلفان عن الانقسام المتناف بامرئين أساسيين .

أ - يكون عدد الصبغيات في الاعراس الناتجة نصف العدد الاصلي المضاعف الموجود في المنسلية المنوية أو الببيضية أو أية خلية اخرى من خلايا الجسم ، كما أن الصبغيات الموجودة في نوى الاعراس تكون مفردة لا أزواجاً وكل واحدة منها عبارة عن فرد أتي من زوج صبغي كان في النواة الاصلية .

ب - ان كل زوج من الصبغيات الموجود في النواة الاصلية يتوزع الى

النواتين البنيتين ، فيذهب أحد افراده الى نواة بنت والآخر الى النواة الاخرى . وليست هناك قاعدة في هذا التوزيع بل يكون الامر تابعا للصدفة .

وهكذا عندما تتحد عروس ذكر مع عروس انثى أثناء الالتحاق تعود الصبغيات في البيضة الناتجة وفي خلايا الفرد المتكون عنها الى العدد الاصلي المضاعف (٢ ن) .

ان الصدفة التي تلعب دوراً هاماً في توزيع الصبغيات في الانقسام المنصف وفي اجتماع النطف مع البويضات تفسر لنا التنوع الهائل في صفات أفراد الجيل الناتج ، اذ تعتبر الصبغيات حوامل الصفات الاريثية .

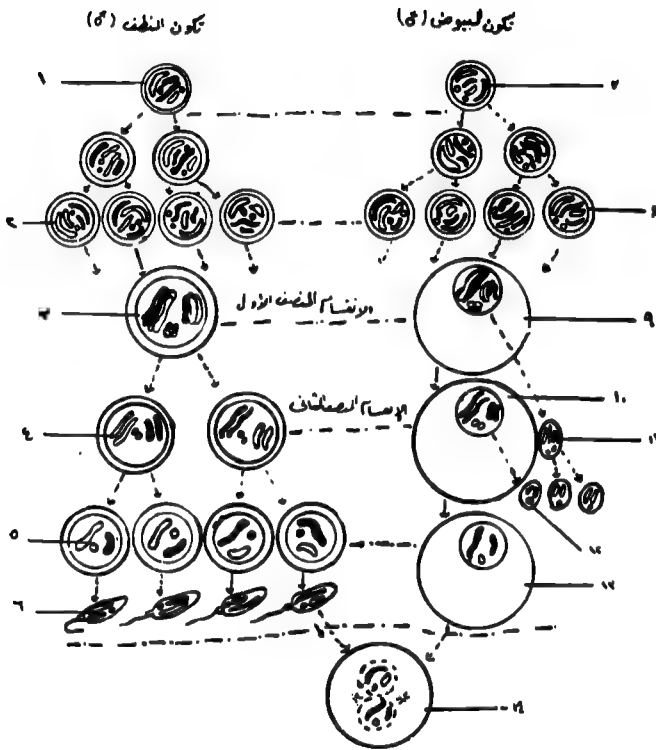
تكون النطف :

عندما ينضج الفرد الذكر جنسياً تبدأ المنسلات المنوية بالتكاثر بطريقة الانقسام المتعاقب ثم يمر كل منها في فترة لنضج يزيد فيها حجمها فتسمى الخلية المنوية الاولى وفي الدور الاول من الانقسام المنصف الاول يظهر في النواة العدد الصبغي المزدوج (٢ ن)^(١) ويتوضع كل زوج من هذه الصبغيات بصورة متوازية تقريباً ، لذا سميت هذه الظاهرة بالازدواج .

ثم يبدأ كل صبغي بالانقسام طويلاً الى صبيين اثنين يبقان متلاصقين فيصبح كل زوج من الصبغيات الاصلية اربعة صبغيات يطلق على مجموعها اسم رباعية ، ويتوقف انقسام الصبغيات عند هذا الحد . وبعد ذلك تتخزن الصبغيات وتقتصر في كل خلية منوية اولية ، ثم يتشكل مغزل ترتب عليه الرباعيات في مستو استوائي .

(١) يصعب تمييز الصبغيات في النواة التي ليست في دور الانقسام اذ تكون متناثرة في المادة النووية ، مما حدا بالبعض الى اعتبار الصبغي شريطاً مكوناً من جزئيات صبغية وقد أبدت الملاحظات الحديثة صحة هذا الافتراض الى حد كبير .

وفي الدور الثاني تنفصل الرباعيات الابوية عن الرباعيات الامية انفصلاً خفيفاً يتلوه في الدور الثالث اتجاهاً واحداً أزواج كل رباعية نحو أحد قطبي الخلية واتجاهاً الزوج الثاني نحو القطب الآخر ، ويلاحظ أن توزع الصبغيات الى القطبين لا يتبع قاعدة ما فالأزواج التي اتجهت الى أحد القطبين هي أزواج خليطة : أبوية وامية . تسمى الخلايا الناتجة عن



شكل (٥) تكون النطف والبويضات (شكل ترسمي)

١ و ٢ - المنسلات المنوية ٣ - الخلية المنوية الاولى ٤ - الخلية المنوية الثانوية ٥ - النطفة
٦ - النطفة ٧ و ٨ - المنسلات الببيضية ٩ - الخلية الببيضية الاولى ١٠ - الخلية الببيضية الثانوية
١١ - الكرية القطبية الاولى ١٢ - الكرية القطبية الثانية ١٣ - الببيضة ١٤ - الاقح وانصهار النواتين

هذا الاقسام الخلايا المنوية الثانوية وتحوي نواها العدد (ن) من الصبغيات او العدد (٢ ن) من الصبغيات .

يتلو هذه المراحل جميعها وبدون فترة راحة الانقسام النصف الثاني ويبدأ بتشكيل مغزل جديد في كل خلية منوية ثانوية وتأخذ الصبغيات وضماً استوائياً ثم ينفصل كل صبغي عن قرينه متجهاً نحو أحد القطبين ويتجه الصبغي الآخر نحو القطب المقابل . وتشكل بهذا خليتان جديدتان تسمى كل واحدة منها النطفية .

وهكذا تنتج عن كل خلية منوية أولية أربعة نطفيات تحوي نواها العدد (ن) من الصبغيات . وكل صبغي منها يمثل أحد الصبغين المتقابلين المتوازيين اللذين كانا في الخلية المنوية الأولية ، وهو اما أن يكون من الاب أو من الام .

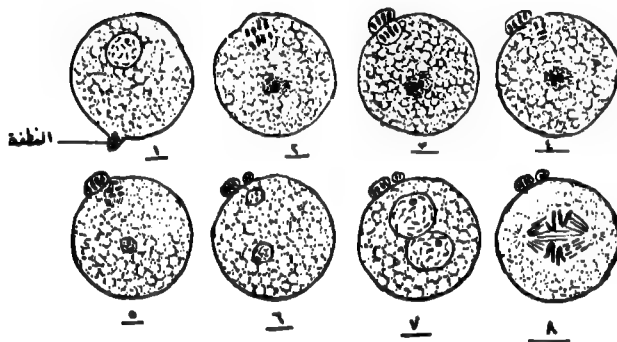
ولا يقف الامر عند هذا الحد ، بل يطرأ على النطفية تطور شكلي يتجه بفقد كمية كبيرة من الهيولى الخلوية وبكثف النواة وازدياد ولها بالالوان . وهكذا تكون النواة رأساً تلو بقية من الهيولى الخلوية تتشكل وراءه قطعة متوسطة فيها جسم مركزي أو جسيمان وذنباً طويلاً متحركاً وتصبح النطفة بمد هذه التبدلات خلية ناسلية ناضجة تستطيع الفاح البيضاء فتسمى النطفة ، ولعلم أن الاعراس الذكرية لا تخرج من الخصية الا بشكل لطف .

تكون البويضات :

تحول المنسلية الببيضية في المبيض الى خلية ببيضية أولية بأن يزداد حجمها كثيراً ويظهر المح فيها . أما الازدواج وتكون الرباعيات واختزال عدد الصبغيات فيحدث تماماً كما في تكون النطف ويحدث عن ذلك توضع المغزل الذي يكون هنا هامشياً .

في الانقسام النصف الاول يبقى كامل الهيولى الخلوية تقريباً حول احدى النواتين ليشكل الخلية الببيضية الثانوية وتبقى النواة الاخرى ملاصقة لهذه الخلية بشكل كرية قطبية صغيرة . ويحدث الامر نفسه في

الانقسام المنصف الثاني اذ تشكل الميولى الخلوية مع نواة واحدة الببيضة بينما تكون النواة الاخرى كرية قطبية ثانية . وتصبح الببيضة هذه ناضجة للالاقاح بعد تغير طفيف جداً في موضع النواة وهكذا فان المنسلية الببيضة لا تنتج الا ببيضة واحدة على الرغم من تشابه الانقسامات النووية في كل من الجنسين . ولأأس ان يذكر هنا ان الانقسام المنصف في بعض الانواع الحيوانية لا يحدث الا بعد دخول النطفة الى الببيضة ، اما في الانسان فمن الراجع ان الانقسام المنصف الثاني يحدث بعد التلقيح .



شكل (٦) الالاقاح

- ١- دخول النطفة الى الببيضة ٢- الانقسام المنصف الاول ٣- طرح الكرية القطبية الاولى ٤- الانقسام المنصف الثاني ٥- طرح الكرية القطبية الثانية ٦- بدء انصهار النواة الانثوية مع النواة الذكورية ٧- تشكل الببيضة الملقحة ٨-

الالاقاح .

يدعى اتحاد نطفة مع ببيضة ناضجة بالالاقاح ، كما تعرف الخلية الناتجة عن هذا الاتحاد بالببيضة الملقحة . وهي خلية تحوي في نواتها العدد (٢ ن) من الصبغيات . وتتمثل حادثة الالاقاح بمظهرين : الاول فيزيائي وهو دخول النطفة

الى البيضة والثاني وظيفي يشمل التبدلات التي تطرأ على كل من الخليتين الجنسيين قبل اتحادهما .

ويكون الالتقاح في بعض الحيوانات خارجياً فتجتمع النطف مع البويض في ماء البحر مثلاً ، اما في الحيوانات الاخرى فيكون داخلياً يتم في الرحم او في الطرق الناقلة للاعراس الاثوية كما في الانسان .

وتبين التجارب والملاحظات الحديثة ان النطفة تندفع الى البيضة بفعل جذب كيميائي ثم تلتصق بها بفضل تفاعل يحدث بين مادة خاصة تفرزها البيضة تسمى المحصبين وبين مادة اخرى تفرزها النطفة وتسمى ضد المحصبين ، وبشبه هذا التفاعل بكيفيته التفاعل الذي يحدث بين الاضداد ومكونات الضد التي تفرزها الجراثيم ، اذ ترتص نطف حيوان اذا وضعت في ماء كانت فيه بويضات حيوان من نفس النوع . ويفسر تفاعل المحصبين المذكور نوعية الالتقاح الى حد كبير .

ويتشكل في بعض من انواع البويض ، اثر القاحا ، غشاء خاص يفصل هيولى البيضة عن غلافها ، وهو ظاهرة من ظواهر الالتقاح لذا يعرف بششاء الالتقاح .

ويرى الكثيرون في غشاء الالتقاح المذكور مانعاً آلياً يفسر عدم تعدد النطف التي تدخل البيضة ، الا ان عدم تكونه في جميع البويض ينفي مثل هذا التفسير وربما كان تغير الصفات الفيزيائية الكيميائية في هيولى البيضة الملحقة هو السبب في عدم قبول البيضة اكثر من نطفة واحدة .

وتبدو في البيضة اثر القاحا تبدلات تدل على نشاط طرأ عليها بسبب دخول النطفة وما تكون غشاء الالتقاح الا احد مظاهر هذا النشاط .

البويض :

تعتبر البيضة الملحقة خلية قادرة على بدء تخلق كائن جديد اذا توفرت لها

الشروط الحيوية الضرورية ، لذا فهي تشتمل على جميع المواد الغذائية اللازمة للنمو في
مراحله الاولى .

تتغلف معظم البيوض بغلاف خاصة بها ، فيحيط بالبيضة غشاء مؤلف من الخلايا
الجرابية يسمى السلى ، وقد يبقى مفرداً كما في بيضة الانسان وقد يتضاعف بغلاف اخرى
قد تكون كلسية كما في بيوض الدجاج .

تعين الجنس :

لوحظ عند دراسة الصبغيات أن الخلايا الجسمية والخلايا التناسلية الاولى تحوي زوجاً
من صبغيات غير متماثلة اطلق عليها اسم الصبغيات المتخالفة ، بينما اطلق اسم الصبغيات
المتماثلة على بقية الأزواج الصبغية وقد اسند علماء الحياة الى الصبغيات المتخالفة دوراً
كبيراً في قفل بعض الصفات الارثوية الخاصة وفي تعين الجنس نفسه ، ثم جاءت التجارب
والملاحظات الحيوية مؤيدة لهذه الفرضية .

ويتألف زوج الصبغيات المتخالفة من صبغين يختلفان عن بعضهما حجماً وشكلاً وسمي
الاكبر حجماً منها الصبغي (س) بينما سمي الآخر الصبغي (ع) ، وقد يشيب هذا الأخير
في بعض الانواع الحيوانية . وقد وجد ان خلايا الاناث تتمتع بزواج من الصبغيات (س)
وهكذا أصبح بالامكان أن نرسم للاناث بالصيغة (س . س) . أما خلايا الانسان باستثناء
أعراسه فتحوي ثمانية وأربعين صبغياً زوج من الصبغيات المتخالفة وثلاثة وعشرون زوجاً
من الصبغيات المتماثلة . وفي أثناء الانقسام المنصف واضح الخلايا التناسلية بفترق الصبغيات
المتخالفة عن بعضها كبقية الصبغيات . فالاعراس الناجمة اذن اما أن تحوي الصبغي (س)
أو أن تحوي الصبغي (ع) وذلك بالإضافة الى ثلاثة وعشرين صبغياً متماثلاً . فإذا استعملنا
الحرف (م) للدلالة على هذه الصبغيات المتماثلة أمكننا أن نمثل احتمالات الانقسام بين
الاعراس المختلفة بالشكل التالي :

صفة الفرد الناتج وجنسه

(م ٢ + س ع) ذكر

(م ٢ + س س) اثنى

الاعراس

صفة الذكر (م ٢ + س ع) (م + س)

(م + ع)

صفة الأثنى (م ٢ + س س) (م + س)

(م + س)

صفة الابوين

فالجنس اذن يمين بنوع النطفة التي ستلقح البيضة ، ويفسر التساوي المدي لتوحي النطف المتشكلة التساوي التقريبي لعدد الذكور وعدد الاناث في أي نوع حيواني .

وتختلف الانواع الحيوانية من حيث الصبغيات المتخالفة ، ففي بعضها ينعدم وجود الصبغي (ع) فتتقص صيغة الفرد المذكر صبغياً واحداً عن صيغة الفرد المؤنث ، وفي بعضها الآخر تنعكس الآية فيكون وجود الصبغي ع صفة مميزة لخلايا الاناث .

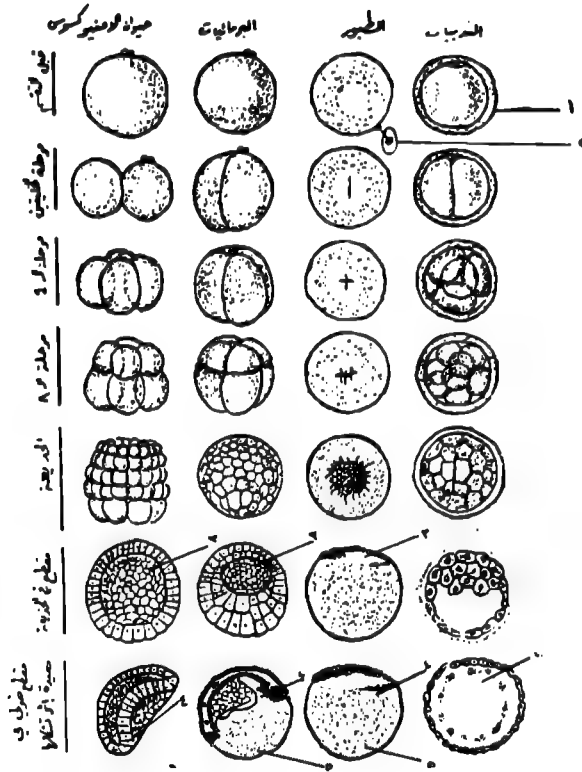
لقد سيطرت قبل اكتشاف الصبغيات المتخالفة نظريات عديدة حاولت أن تفسر تعيين الجنس بتأثيرات خارجية أو بامكانيات خاصة داخل هيولى الاعراس ، الا أنها لم تستطع جميعها تفسير بعض الظواهر الوراثية التي تتعلق بالجنس تفسيراً مقبولاً كنظرية الصبغيات المتخالفة . وعلى الرغم من ذلك فقد بقيت هناك بعض الامور الشاذة في تعيين الجنس اذ شوهد في بعض من ذباب الفواكه والنحل ازدواج جنسي فتبدي بعض أجزاء الجسم خصائص مذكرة بينما تبدي الاجزاء الاخرى خصائص مؤنثة ، كما شوهد في بعض الحيوانات الفقارية تبدل في الجنس ، فالحيوان الذي كان في بدء حياته اثنى يتقلب ذكراً .

التخلق :

تعتبر البيضة نقطة الانطلاق في تكوين الكائن الجديد : اذ تطرا عليها

اقسامات معتتفة متتالية تنشأ عنها خلايا كثيرة العدد ، ثم تتميز هذه الخلايا الى نسيج مختلفة تكون بمجموعها اعضاء الجنين . ويصوب في الانسان تتبع مراحل التطور الجنيني لأن الجنين يتم نموه داخل الرحم ولا يولد الا تاماً ، ولذلك ستعرض فيما يلي الى دراسة هذه المراحل في الضفدع ثم نبين بعض الامور التي تتميز التطور في الطيور والثدييات .

التقسم : تبدأ البيضة اثر القاحها بالانقسام اقساماً معتتفاً يؤدي الى تكون



شكل (٧)

١ - الغشاء الشفاف ٢ - الكرة القطبية الثانية ٣ - الجوف الجذبي
٤ - المعى الابتدائي ٥ - المح

خليتين ثم لالتبت هاتان الخليتان ان تنقبا بدورهما وهكذا . وتؤدي عملية التقسم هذه توزع مادة البيضة الاساسية على عدد متزايد من الخلايا الصغيرة التي تسمى الخلايا الجذعية والتي تحوي نواها عدداً متساوياً من الصفيات .

الجذعية : تترتب الخلايا اثناء استمرار التقسم بشكل كرة مجوفة اطلق عليها اسم الجذيمة ، يظهر فيها جوف يسمى الجوف الجذيمي . وتختلف الخلايا التي تؤلف الجذيمة اختلافاً بيناً من حيث الحجم والوظيفة ، فخلايا القطب العلوي او القطب الحيواني الصغيرة عمة قليلة المح بينا تكون خلايا القطب السفلى او القطب المغذي كبيرة باهتة غنية بالحببيات الهية ، وتبدو بين القطبين منطقة هامشية خلاياها متوسطة الحجم .

المعيدة : تلي التقسيم حادثة معقدة وهي تكون المعيدة ، اذ تبدأ منطقة القطب المغذي والمنطقة الهامشية بالانحاض تدريجياً الى داخل الجوف الجذيمي بينا تأخذ خلايا القطب الحيواني بالنمو تماماً كما يحدث عندما يضغط بشدة ومن ناحية واحدة على كرة مجوفة من المطاط ، ويتكون نتيجة لذلك كؤيس مضاعف الجدران اطلق عليه اسم المعيدة ، ويصغر حجم الجوف الجذيمي الى حد كبير بسبب تكون الجوف الآخر الناشئ عن الانخفاض السابق ولذلك يسمى المعى الابتدائي كما تسمى فوته الخارجية القم الابتدائي .

وهكذا تصبح المعيدة بعد انتهاء تكونها مؤلفة من ثلاث طبقات خلوية .

- ١ — طبقة ظاهرة مؤلفة من خلايا القطب الحيواني وتسمى الوريقة الخارجية .
- ٢ — طبقة داخلية مؤلفة من خلايا القطب المغذي وتسمى الوريقة الداخلية .
- ٣ — طبقة متوسطة تنحدر عن خلايا المنطقة الهامشية التي تدخل بين الوريقتين فتؤلف ما يسمى الوريقة الوسطى .

وتعتبر هذه الوريقات المصنفة الثلاث اصل النسيج والاحشاء كلها في الجنين

التام ، اذ تنشأ عن الوريقة الخارجية لحف الجلد والجهاز العصبي واعضاء الحواس ، بينما تنشأ عن الوريقة الداخلية اغشية الجهاز الهضمي وغدده . اما الوريقة المتوسطة فهي تعطي بتميزها نسج الاستناد والعضلات و صفاق البطن (الباريطون) وبعض الاجزاء الاخرى .

الجنين : يتبدى بعد تكون الميدة تمايز الجنين ، فتبدو على الوريقات المضغية الثلاثة تبدلات تتجلى برتوج خارجية او داخلية وبسخن في بعض المناطق وباقسامات متسالية وبفتيرات اخرى مختلفة تؤدي جميعها الى تكوين الاعضاء والاجهزة .

يبدأ تخلق الجهاز العصبي من الناحية الظهرية للوريقة الخارجية بالثلاثين يحصران فيما بينها قطعة من هذه الوريقة لاثبت ان تقوس الى الاسفل فيتقارب الالتئامان ويتصلان مشكلين انبوباً عصبياً نهايته الامامية واسعة يتشكل منها الدماغ فيما بعد . ويتوضع على جانبي الانبوب العصبي في الزاوية الكائنة بينه وبين الوريقة الخارجية صف ثخين من خلايا هذه الوريقة يكون القنازع العصبية التي تعطي الجذور الحسية للاعصاب الشوكية اما الجذور الحركية فتنشأ فيما بعد من الناحية البطنية للجبل الشوكي . ويتألف الدماغ الابتدائي من ثلاثة حويصلات تسمى المخ الامامي والمتوسط والخلفي ، ويعطي المخ الامامي نصفي كرتي الدماغ والدماغ المتوسط بينما يعطي المخ الخلفي المخيخ والبصلة السيسائية ، اما المخ المتوسط فيعطي عناصر الدماغ الاخرى .

ويتشكل في كل من الجانبين على طرفي المخ الامامي حويصل بصري مدور ثم يتكون في نقطة التماس بينه وبين الوريقة الخارجية حويصل آخر متكثف عدسي الشكل يعطي فيما بعد الجسم البلوري في العين . وينخمس السطح الخارجي للحويصل البصري فيصبح مقعراً تمهيداً لتكوين الشبكية . وتنمو الوريقة

الداخلية المعية الابتدائي متجهة من الفم الابتدائي الى الامام ثم تصبح مبطنـة للجهاز الهضمي بكامله ، وتنشأ في الامام في منطقة البلعوم ستة رتوج خارجية (ثلاثة في كل جانب) تتلاقى مع عدد مماثل من رتوج داخلية تنشأ في ناحية العنق ، وتتصل هذه الرتوج لتكون الشقوق الفلصمية كما يظهر خلف البلعوم رتج وحيد مفرد يكون البرعم الكبدي الذي يعطي الكبد والمجري الصفراوية . اما النهاية الرأسية والنهاية الذنبية فتتشكل من رتجين داخلين من الوريقة الخارجية يسمى الاول الرتج القمي ويسمى الثاني الرتج الذنبى او الشرج الابتدائي ، ثم ينفتح كل من الرتجين على المجرى الهضمي . وهكذا يكون الرتج القمي فم الحيوان بينما يكون الرتج الذنبى مقدرته ، فالوريقة الخارجية اذن تبطن كلا من هذين العضوين ثم تتأدى مع الوريقة الداخلية التي تبطن الجهاز الهضمي .

ويبرز في منطقة البلعوم رتج بطي ينمو الى الخلف بشكل فصين يؤلفان منشأ الحنجرة والقصبات والرتين ، الا ان هذه المرحلة من التطور لاتبدأ الا بعد ان يصبح جنين الضفدع رقة وتبدأ خلايا الوريقة المتوسطة بالنمو متجهة من الشفة الظهرية للفم الابتدائي نحو الامام بين الوريقة الظاهرة والوريقة الداخلية ثم يطرأ على الوريقة المتوسطة في الناحية الظهرية انثناء يؤدي الى تكون جبل خلوي متين سمي الجبل الظهري يتوضع بين الجبل المعصبي والقناة الهضمية فيلمب دورمحور استناد . ويشكل الجبل الظهري في البرقة الفقرات وذلك بعد ان تنضم اليه مجموعات اخرى من خلايا الوريقة الوسطى وتكون هذه الفقرات غضروفية في بادىء الامر ثم تصبح عظيمة .

اما بقية الوريقة الوسطى التي تقع الى جانبي الجبل الظهري فهي تم نموها وسيرها بين الوريقتين الاخرتين ثم يتصل طرفاها على الخط المتوسط تحت القناة

المهضمية وتتضاعف الى وريقتين تحدان بينها جوفاً يسمى الجوف العام او الجوف البطني .
وتلتصق الوريقة الظاهرة منها بالوريقة الخارجية مكونة الصفاق الجداري بينما تلتصق الوريقة
الباطنة بالوريقة الداخلية مكونة الصفاق الحشوي .

وتنقسم الوريقة المتوسطة في جانب الحبل الظهري الى قطع ، وتتميز في القسم الظاهري
لكل قطعة طبقتان : ظاهرة وباطنة . فالطبقة الظاهرة منها تغطي ادمة الجلد بينما تغطي
الباطنة المضلات الارادية . اما القسم المتبقي من القطعة فيبدأ بتشكوين الجهاز البولي .

نظراً على جنين الضفدع بعد ذلك تطورات اخرى لا مجال لذكرها هنا ؛ ثم يخرج
هذا الجنين من غشائه الهلامي بشكل يرقة لالتبث ان تتحول الى ضفدع بعد ان تتطور
تطوراً شكلياً .

المشيمة والحبل السري :

يتشكل بين البيضة وبين جدار الرحم بعد مرحلة التمشيش ، عضو جديد هام هو
المشيمة وتتصل المشيمة مع الجنين بواسطة الحبل السري الذي يتألف من الاوعية الدموية
وهي شريان ووريد ، ولكن الشريان هنا ينقل دماً وريدياً من الجنين الى الام بينما ينقل
الوريد دماً شريانياً .

تقوم المشيمة بوظائف هامة نجملها فيما يلي :

١ — التغذية والتنفس : يحمل دم الام الى الجنين المواد الغذائية الضرورية
والاوكسجين وذلك عن طريق المشيمة فالوريد السري . ثم تفرغ الفضلات وغاز الكربون
عن طريق الشريان السري الى دم الام .

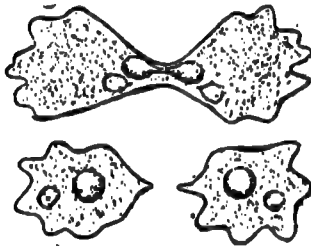
٢ — الادخار : تلمب المشيمة دور الكبد في الجنين فهي تدخر مولد السكر
والدم والحديد .

٣ - الوظيفة الغدية : تفرز المشيمة الهرمونات الجنسية المؤنثة بنوعها الاستروجينات والبروجي-ترون كما تفرز هرمونا آخر يشبه بفعله الهرمون النخامي الملون .

النسيج الحيواني

مشاهدة نسيج حيواني بالمجهر اثناء الدرس

تقاسم العمل في كثيرة الخلايا . يقوم جسم المتصورة بكافة وظائف الحياة



شكل (٨) انقسام المتصورة

كما تقوم بها سائر الحيوانات الاخرى التي تتكون اجسامها من خلية واحدة . اما في كثيرة الخلايا فتتوزع الاعمال الفيزيولوجية بين الخلايا المختلفة التي يتكون منها الجسم فيقوم قسم منها بالحركة بينما يضمن لآخر نقل الحس ومختص ثا بضمم الاغذية بينما يتفرغ

الراعي لنقل محمولات الهضم والخب ... فتقوم بكل وظيفة من وظائف الحياة بمجموعة من الخلايا تبدل اشكلها بحسب العمل الذي تقوم به ويعتبر هذا الاختصاص رقياً فيزيولوجياً ظاهراً . ويطلق على مجموع الخلايا التي تقوم بوظيفة واحدة اسم النسيج .

تركيب النسيج : يتشكل النسيج من مجموعة من الخلايا تقوم بعمل حيوي واحد تخللها مادة ضامة تدعى المادة الخلالية . ويختلف شكل الخلايا النسيجية باختلاف انواعها ووظائفها فمنها ما هو مسطح ومنها الاسطوانى او المكعب او

النجمي أو المغزلي المستدق كما في الخلايا المكونة للعضلات الملس الخ . . . أما المادة الخلالية فهي مادة تفرزها الخلايا لتفترق بها كل خلية عن جارتها ، قوامها مختلف ، فهي مائعة في النسيج الدموي وصلبة في النسيج العظمي وغروية ليفية في النسيج الضام .

انواع الانسجة : الانسجة الحيوانية الاصلية سبعة : النسيج البشري أو

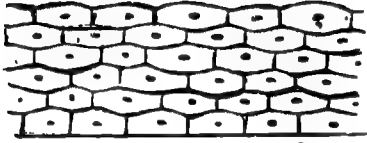
المضرع (ايتاليوم) ٢ - النسيج

الضام ٣-النسيج العصبي ٤ - النسيج

العصلي ٥ - النسيج الدموي

٦ - النسيج العظمي ٧ - النسيج

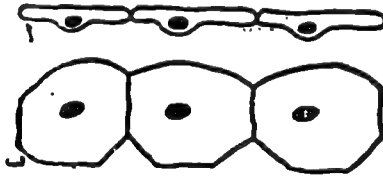
المضروفي . ندرس منها في هذا الفصل



شكل (٩) نسيج بشري مطبق

النوعين الاولين . أما الانواع الباقية فيدرس كل منها بدوره مع الاعضاء التي يكونها .

النسيج البشري او المضرع ينشأ كما مر من الورقة الخارجية ويستر سطح الجلد كما يطن الاجواف وهو مكون من خلايا متراسة مادتها الخلالية قليلة أو معدومة . ولهذا النسيج نوعان أساسيان : نسيج بشري بسيط يتشكل



شكل (١٠) نسيج بشري رصفي

أ- مقطع معترض عظم جبهوي

من طبقة واحدة من الخلايا المتراسة

جنباً الى جنب ونسيج بشري مطبق

مشكل من طبقات عديدة منضد

بعضها فوق بعض . وينتج النسيج

البشري برصفي اذا كانت خلاياه

مسطحة (سماكتها صغير واحد) كافي

الحويصلات الرئوية والشعريات والخ . . وباسطواني او موشوري اذا كانت خلاياه

اسطوانية أو تبرز منها أهداب دقيقة متحركة في بطانة الرغامي فيسمى بالنسيج البشري ذي الاهداب المهتزة .

وتعتبر للنسيج البشري بالنسبة الى الوظيفة ثلاثة أنواع أساسية :



شكل (١١) خلايا ذات طبقي

شكل (١٢) خلايا ذات اهداب مهتزة

١ - النسيج الساتر الذي يدخل في تركيب الجلد وبطانة الانبوب الهضمي وبطانة الاوعية والقلب .

٢ - النسيج الماص ويشتمل على الساتر غير انه يتصف بصفة خاصة به وهي امتصاص المواد القابلة للتمثل كما في نسيج الزغابات المعوية .

٣ - النسيج الغدي أو المفرز : شأنه كبير جداً لذا ففردله بحثاً خاصاً . تدعى خلايا هذا النسيج الخلايا الغدية أو المفرزة وهي خلايا بشرية متبدلة لانقسام ولا تتكاثر تلقى بمحصولاتها بعد افرازها الى خارجها ويسمى ذلك بالافراز . فعدم الانقسام والافراز صفات أساسية تمتاز بها الخلية الغدية عن

غيرها من الخلايا . أما هبولى

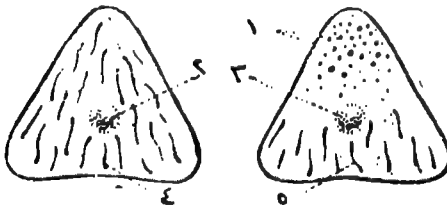
هذه الخلايا فحبيبية متجانسة

تشتمل على مصورات حية

تظهر بالقرب منها حبيبات

الافراز التي تجتمع لتكون

قطرة كبيرة تشغل قطب الخلية



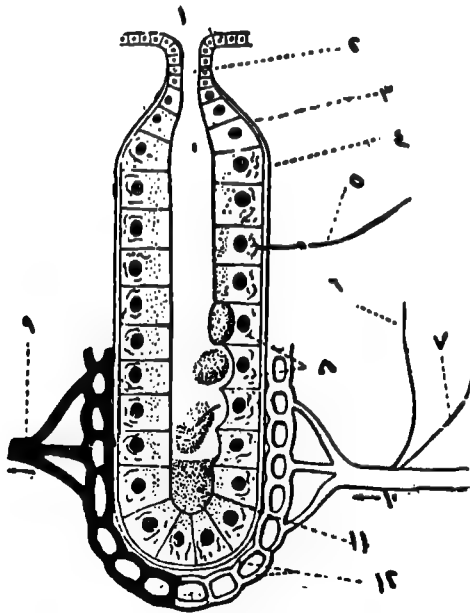
حالة الراحة

حالة العمل

خليتان مفرزتان

١- حبيبات افراز ٣ و ٢ - نواة ٤ و ٥ - مصورات حيوية

العلوي لا تلبث أن تطرد الى خارج الخلية ومتى تم ذلك عادت الهبولي الى العمل من جديد فركبت حبيبات افرازية جديدة، وهلمجرا . فالتركيب اذن من اساس الافراز وتنتخب الخلايا المفرزة العناصر اللازمة لتركيب مفرزاتها من الدم الوارد اليها بالشريان الفدي وينظم هذا الافراز نوعان من الاعصاب : اعصاب مفرزة تؤثر في الخلايا المفرزة نفسها فتحضها على العمل . واعصاب محركة للأوعية توسع (موسعة) او تضيق (مضيقة) قطر الاوعية الفدية فتزيد في كمية الدم الوارد الى الخلية المفرزة او تنقص منها بحسب استعداد الخلية للافراز او عديمه . فقد تبقى الخلية الفدية منزهة فتكون غدة وحيدة الخلية . والمألوف اجتماع الخلايا الفدية معاً لتكوين سطح بشري يدعى الغدة ، ينحصر مقرباً خلايا من النسيج الضام الغزير الاوعية



١ - نسيج بشري

٢ - قناة مبرزة

٣ - نسيج ضام

٤ - غشاء

٥ - عصب مفرز

٦ - عصب قابض

٧ - عصب موسع

٨ - خلايا مفرزة

٩ - وريد

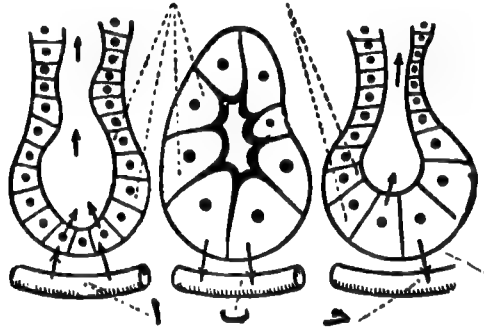
١٠ - شريان

١١ - حاصلات الافراز

١٢ - اوعية شعرية

غدة

وتدعو الى هذا الانحصاص ضرورة حشر اكبر عدد من الخلايا الغدية في اصغر حجم ممكن . ويسيل السائل المفرز في قناة تدعى القناة المبرزة . وتسمى الغدد المفتوحة او الغدد ذات الافراز الخارجي وهي على نوعين : انبوية بسيطة او مركبة (كما في غدد ليبركون المعدية وغدد العرق وغدد الامعاء) ، وعنقودية تتألف من اجتماع عنبات تبطنها خلايا غدية (كما في غدد اللعاب والمشكلة) وربطها قناة مبرزة واحدة تنتهي اليها سائر قنوات العنبات . ولعلم أن القنوات المبرزة هذه قد تنعدم فتدعى الغدة آنثذ بالغدة المغلفة أو الصماء او الغدة ذات الافراز الداخلي وتلقي بمحصول

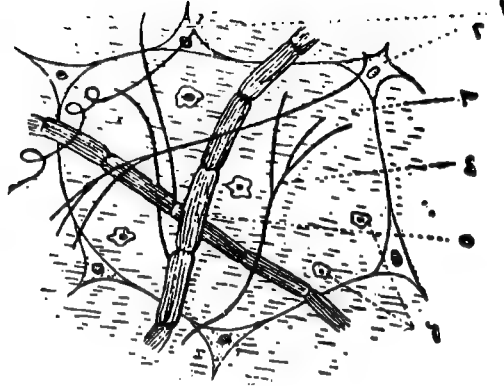


نماذج الغدد المختلفة آ — غدة مفتوحة ب — غدة مغلفة ج — غدة مختلطة

افرازها الى الدم مباشرة وهذه الفئة من الغدد (الغدد الدرقية والصمغية والكظرية والخ ..) شأن كبير في الحياة ندرسه بأسهاب فيما بعد وقد يجتمع النموذجان مما في غدة واحدة كما في الكبد والمشكلة (بانكرياس) فتسمى الغدة حينئذ بالغدة المختلطة . ولعلم أن القسم الاكبر من العناصر الغدية في البدن يفرز مادة تدعى المخاط وهو سائل لزج تفرزه خلايا غدية خاصة تدعى الخلايا الكأسية منتشرة في البطانات الهضمية والتنفسية شكلها كالكأس أو المدقة تنفتح في قطبها العلوي بثقب يسيل منه المخاط .

النسيج الضام : وظيفة هذا النسيج ربط الاعضاء ببعضها أو ربطها بأعضاء

الجسم (جدران الجسم) ومضاعفة النسيج البشرية الرقيقة المجردة من الاوعية لتغذيتها وتمتينها . كما أنه قد يفرق عناصر العضو الواحد أو يفرق بين الاعضاء المتجاورة . ويتألف من خلايا ضامة نجمية كثيرة الاضلاع تصل بينها استطالات هيوالية دقيقة ومن مادة خلالية يتميز فيها نوعان من الالياف .



النسيج الضام ١ و ٢ - خلايا نجمية ٣ - مادة خلالية ٤ - الياف مرنة
٥ - - حزم ليفية ضامة ٦ - كريات بيض

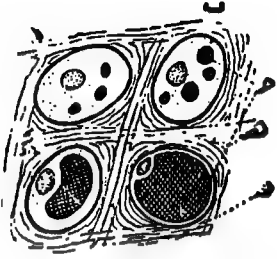
أ - الياف ضامة تجتمع حزماً متموجة كأنها خصل الشعر يضمها من مسافة الى اخرى خيط ممترس ، تستحيل بالفليان الى هلام ويمنحها المفص من التفسخ وهي عنصر أساسي من عناصر الجلد .

ب - الياف مرنة معزولة تنفصن أو تلتف على نفسها تقاوم تأثير الفايان ويتقاطع هذان النوعان من الالياف في كل جهة مكونين نسيجاً حقيقياً يحبس في عيونه كريات بيض هاجرت من الدم .

ويبدو النسيج الضام ، تارة بشكل أغشية بطن البشرات أو تضاعف المضرعات كما في أدمة الجلد والاعشية المخاطية المبطنة للاجواف فتسمى مخاطية واخرى بشكل أغشية مضاعفة تحيط بالاحشاء ككفشاء الجنب والتامور والباريطون والمساريقا التي تحيط بانبوبة الهضم وتملقها فتسمى مصلية وتتألف المصلية من

وربقتين وريقة حشوية تحيط بالعضو ووريقة جدارية تنطبق على جدار الحوض الذي يشتمل على العضو .

وقد يكون النسيج الضام حزاماً متفاوتة الثخن والمرونة كالاربطة وأوتار العضلات وما النسيج الشحمي الا نسيج ضام تكدست فيه الشحوم تدريجياً :



شكل (١٧) مراحل تراكم الشحم

بعضها الآخر فيساعد على العوم في الماء (كالحوانات المائية) .

الاعضاء والأجهزة والوظائف : رأينا أن النسيج تجتمع فتكون أعضاء لكل منها شكله الخاص وتوزع الاعضاء توزيعاً معيناً .تشابهاً في كافة الحيوانات ففي الرأس نجد المخ واللسان وأعصاب وعضلات والخ .. وفي الاطراف نجد عظاماً وعضلات وأعصاباً والجذع منقسم الى قسمين بحجاب عضلي هو الحجاب الحاجز فوقه الصدر وفيه القلب والرئتان وتحت البطن وفيه المعدة والكبد والمعاء والخ . وتجتمع الاعضاء لتكون اجهزة تقوم بوظائف معينة مثلاً : تجتمع الرئتان والرغامى وفروعها فيتألف منها جهاز تنفسي يقوم بوظيفة التنفس ويجمع القلب والاروعية في جهاز دوراني يضمن دوران الدم كما يؤلف المخ والحنج والبلصلة مع النخاع الشوكي والعقد الودية جهازاً عصبياً يضمن نقل الحس والحركة .

وتنحصر الوظائف في الانسان في قسمين أساسيين : منها مايجمل الانسان بتناس مع الوسط الخارجي فتدعى وظائف الاتصال ومنها ما يضمن بقاء الشخص ونموه فتدعى وظائف التغذية .

اعضاء التنطير في النباتات الراقية

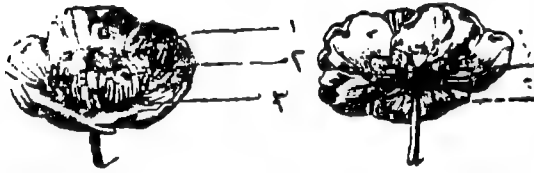
الازهار

تحمل نباتات عديدة ، في زمن تكاثرها ، أزهاراً تحمل محلها فيما بعد ثمار تشتمل على البذور . فالزهرة تميز شعبة النباتات ظاهرة الاقلاح . وهي عضو التكاثر في هذه النباتات الراقية .

وندرس مثالا عن الزهرة في النموذجين التاليين .

١ - زهرة الخوذان

تتألف زهرة الخوذان من مجموعة من القطع الزهرية يحملها غصن يبدى



(شكل ١٨) زهرة الخوذان ومقطعها الطولي

١ - اخبية - ٢ - اسدية - ٣ - تويجات - ٤ - كأسيات

معلق الزهرة ، يرتكز على الساق في ابط وريقة صغيرة تدعى القنابة . وتتفخخ نهاية المعلق ، فتشكل كرسى الزهرة الذي يحمل أقسام الزهرة بكاملها . وإذا اقتلعت هذه الاقسام يلفظ ، ترى أنها تنفصل بسهولة وهي من المحيط الى المركز :

- ١ - خمس قطع خضراء يشكّل مجموعها الكأس ، الوريقات الكأسية .
٢ - خمس قطع صفراء ذهبية للون تتناوب مع الوريقات الكأسية ، تدعى الوريقات التويحية ويشكّل مجموعها التويج .

وعلى الوجه الداخلي لكل تويحية وفي قاعدتها نلاحظ طية تدعى الظفير ، يترام وراءها الرحيق الذي تفرزه غدد مجهرية كأنثة في الظفير تدعى الغدد الرحيقية .
ويشكّل مجمرع الكأس والتويج الكم . او الغلاف الزهري .

- ٣ - الاحدية : وهي قطع صغيرة عديدة جداً ، ترتكز وفق خط

حائزوني ، وبشكل

مجموعها الاعضاء الذكورية .

وتتألف كل

سدادة من خيط في

نهايته انتفاخ يدعى

المثبر، وعندما تنضج

الزهرة تنفعل المآبر

بغبار أصفر ذهبي

يدعى غبار الطلع . ١ تويحية ٢ - كأسية ٣ سدادة ٤ - خيط ٥ - مثبر ٦ - خبا ٧ - مبيض
واذا نظرنا للمثبر ٨ - سمّة ٩ - قلم ١٠ - غبار الطلع ١١ - مدقة ١٢ - كرسى لزهرة

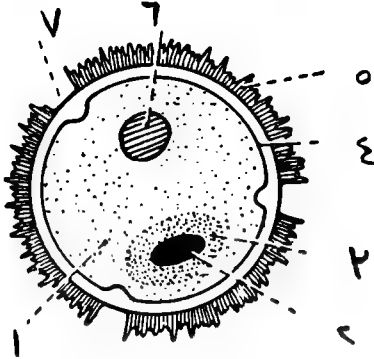
بواسطة المكبرة

نلاحظ فيه شقين ينتشر منها غبار الطلع . فبواسطة هذين الشقين ينفث المسكنان الطلعان المذّن يتألف منها المثبر الى الوسط الخارجي .

دواة حبات الطلع بالمجهر : ضع في قطرة من الماء ، بين الصفيحة والساترة ،

قليلاً من حبات طلع الحوذان ، ولاحظها بالمجهر ، فتبدو حبة الطلع مكروية ،

وعاطة بفلافين : غلاف خارجي مخبئ ومتقشر ، غير نفوذ ، يضاعفه من الداخل غشاء رقيق سللوزي يدعى الغلاف الداخلي .



يكون محتوى حبة الطلع كثيفاً ، عاتماً ، ويصبغ تميزه ، فاذا سحقنا بواسطة الساترة حبات الطلع بعد وضعها في قطرة من ماء البود نستطيع ان نرى هيولى ملونة بالاصفر قد خرجت من الحبات المسحوقة ، وفيها عدد كبير من حبيبات النشاء الملونة بالازرق . وتشكل هذه الحبيبات مدخراً غذائياً وافراً .

(شكل ٢٠) رسم تخطيطي لحبة الطلع

- ١- هيولى فيها مدخرات ٢- نواة مولدة
- ٣- هيولى ٤- غلاف داخلي سللوزي
- ٥- غلاف خارجي من الفشيرين ٦- نواة مغذية ٧- سم .

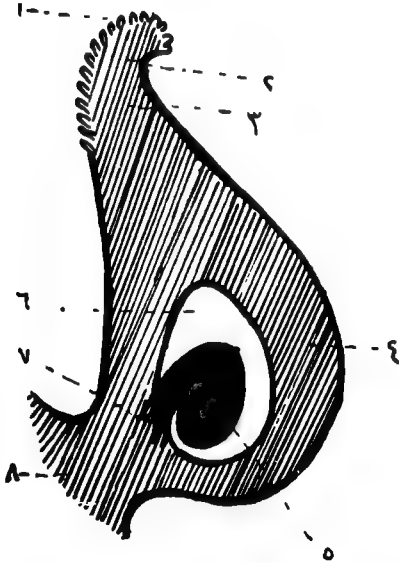
وفي حبة الطلع نواتان ، تصعب رؤيتها ، ولها اهمية كبيرة ، هما النواة الانباتية ، ونواة التكاثر ، وسندرس فيما بعد منشأهما ودورهما .

٤ دراسة الاخبية بالتجربة :

وهي قطع خضراء كثيرة العدد تركز فوق خط حازوني وبشكل مجموعها المدقة .

واذا اقتلعنا خباء ووضعناه في قطرة ماء بين الصفيحة والساترة ودرسناه بالمجهر ، نراه يتألف من قسم منتفخ اجوف فيه بيضة واحدة يدعى البيض ، يمتد منه نحو الاعلى قلم ضيق في نهايته سمة منحنية تغطيها حلقات لزجة .

ونلاحظ ان عدداً من حبات الطلع قد التصق على السمة .



(شكل ٢١)

- ١- حلقات ٢- سمة ٣- قلم ٤- مبيض
- ٥- بيضة ٦- مسكن ٧- مشيمة ٨- كرسي الزهرة

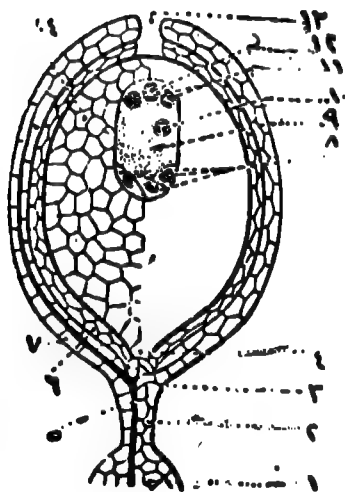
بنية البيضة : لفحص البيضة من خلال

جدار الخباء ، نجدها بشكل كتلة بيضوية مثبتة في جدار الخباء بواسطة حبل قصير كائن على

جانب البيضة . ويبدى قطب البيضة المتجه نحو جدار الخباء ، انخفاضاً يصعب تمييزه يدعى الكوة .

وتتألف البيضة من نسيج خاص يدعى النوسيل ، وفي النوسيل تحت الكوة تماماً يوجد الكيس الرشيمي الذي سندرس منشأه ودوره فيما بعد .

وتحيط بالنوسيل لحافتان : لحافة خارجية تدعى اللحافة الاولى ، ولحافة داخلية تدعى اللحافة الثانية ، تبديان اقطاعاً في سوية الكوة . وتسمى المنطقة التي ترتكز عليها البيضة في جدار الخباء ، المشيمة ، وعنها تصدر الحزم الناقلة للنسخ الآتية الى البيضة ، وتوزع في اللحافتين .



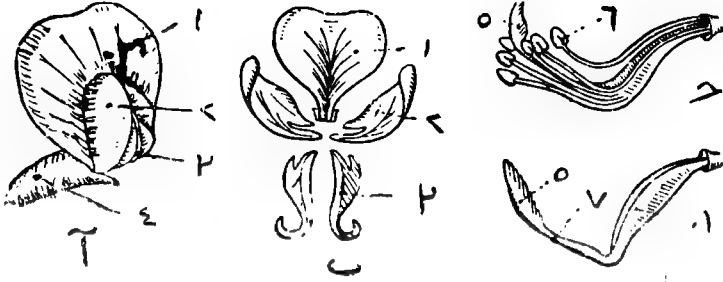
(شكل ٢٢) بنية البيضة

- ١ - مشيمة
- ٢ - حبل
- ٣ - سرة
- ٤ - برزة المفرق
- ٥ - حزمة خشبية لحائية
- ٦ - لحافة داخلية
- ٧ - لحافة خارجية
- ٨ - ثلاث خلايا مقابلة للقطب
- ٩ - كيس رشيمي
- ١٠ - خلية ثانوية
- ١١ - خليتان مساعدتان
- ١٢ - عروس اثوي
- ١٣ - كوة
- ١٤ - نوسيل

وهناك ثلاثة نماذج من البويضات « البويضات المستقيمة » ، والبويضات المنحنية (كما في الفاصوليا) ، والبويضات المقلوبة (كما في الحوذان) ، وهذه الاخيرة هي الاكثر انتشاراً . واخيراً فزهرة الحوذان زهرة منتظمة ، ذات تناظر محوري ، تتوضع جميع اقسامها حول محور تناظر يمر من مركز المدقة .

٢- زهرة البازليا : نلاحظ في زهرة البازليا :

١ - الكأس : ويتألف من ٥ وريقات كأسية خضراء ملتحمة في قاعدتها .



(شكل ٢٣) زهرة البازليا واقسامها

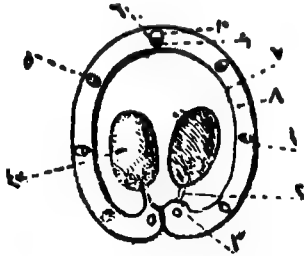
آ- المظهر الخارجي للزهرة. ب- تويحيات منفصلة. ج- المدقة والاسدية. د- المدقة وحدها

١ - علم ٢ - جناحان ٣ تويحيات على شكل زورق ٤ - كأس ٥ - سداة ٦ - قلم ٧ - مبيض ٨ - مبيض

٢ - التويج . ويتألف من ٥ وريقات توجية مختلف شكلها وابعادها تدعى اكبرها العلم وهي عريضة ومرفعة ، يليها تويحيان جانبيتان هما الجناحان . واخيرا ثنتان تنطبقان على بعضها وتشكلان ما يسمى الزورق شكل ٢٣

٣ - عشر اسدية كائنة داخل الزورق ، تسع منها فقط تلتحم خيوطها حتى منتصفها فتشكل بذلك ميزابة تكون فيها المدقة - واما السداة العاشرة فتبقى منفصلة .

٤ - المدقة : وتوجد ضمن ميزابة الاسدية ، وتتألف من خباء واحد قاعدته منتفخة ومتطاولة وتدعى المبيض ، يمتد منه قلم ينحني نحو الاعلى ، وينتهي بسمة عريضة تقطعها الاوتار . واذا قطعنا المبيض عرضياً ، وفحصناه بالمكبر ، نجد عدداً من البويضات المصطفة باتجاه طولي .



وتركز البويضات ، كل منها بواسطة حبل قصير ،

على رزتين مخيبتين ومتوازيتين في جدار الخباء هما المشيمتان .

واخيراً اننا نلاحظ في مخطط زهرة البازليا ، ان

القطع الزهرية ترتب على جانبي مستوى التناظر ، وهذا

ما يميز الازهار غير المنتظمة وتدعى ايضا بالازهار ذات التناظر الجانبي .

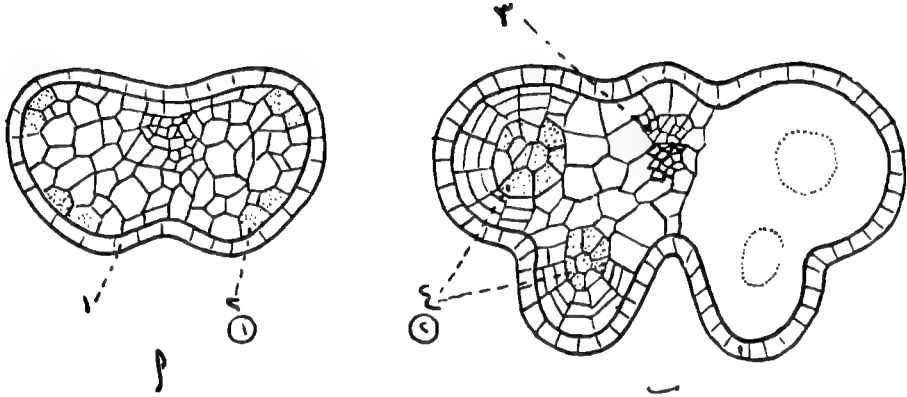
اغلايا الشقية في النباتات ظاهرة الانحاش مغلقة البذور

(شكل ٢٤) مقطع عرضي في مدقة البازليا
١ - خباء ٢ - حبل ٣ - مشمة ٤ - يضة ٥ -
حزمة نافلة ٦ - زمة العصب الاصيلي ٧ -
جدار الخباء الداخلي ٨ - نسيج خاص
بمختلبي ٩ - خشب ١٠ - لحاء

١- من الاسدية حتي النطف النباتية :

٢- نمو الكيس الطلعي :

يتألف المثبر في السداة الفتية من الخلايا البارانشيمية المتشابهة ، تحيط بها بشرة ، وتحيط هي بدورها بحزمة لحائية خشبية مركزية . وبعد فترة قصيرة يلاحظ في زوايا المثبر الاربع خلية او عدة خلايا تحت البشرة ، شكل ٢٨ تظهر بينها حجب تفصلها بسرعة . وبذلك تنشأ



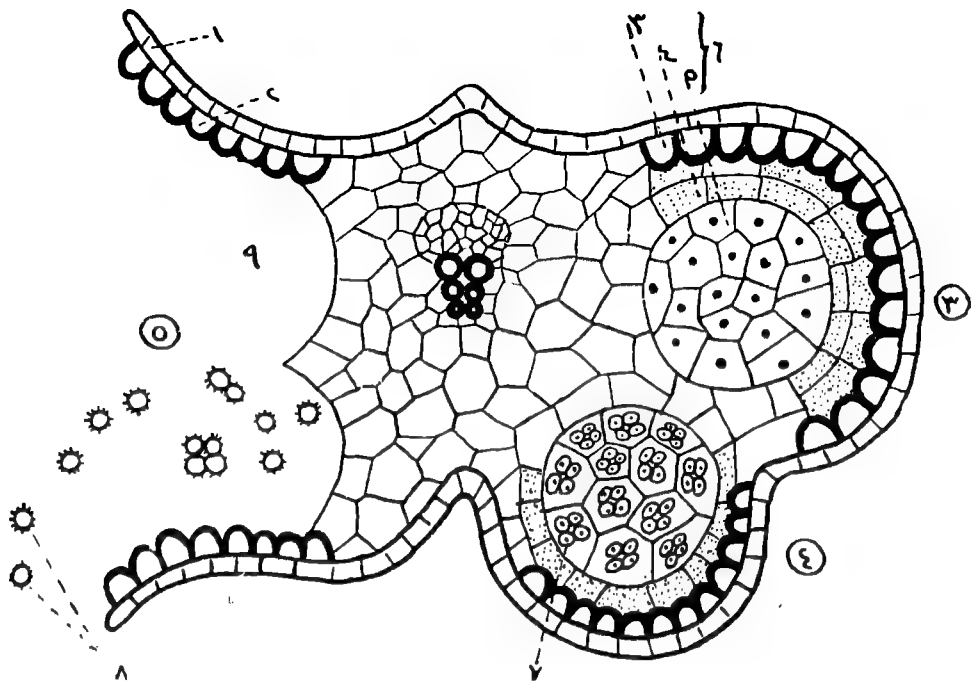
(شكل ٢٨) مراحل نمو الكيس الطلعي

المرحلة (١) و (٢) ١- بشرة ٢- خلايا تحت البشرة ٣- حزمة خشبية لحائية ٤- كتلة خلوية : اصل الخلايا الام لحبات الطلع .

عنها اربع كتل خلوية ، هي بداءات اربعة اكياس طلمعية وتتوضع الخلايا في كل من هذه البداءات ، حسب ثلاث طبقات متحدة المركز تحيط بكتلة من الخلايا ضخمة مركزية . وتكون خلايا الطبقة المحيطية في بادئ الامر غنية بالنشاء ، الذي يتلاشى منها شيئاً فشيئاً ، ثم تخزن وتخشب جدرانها الداخلية والجانبية . وبذلك تتكون الطبقة الآلية . شكل ٢٩ وتمتلئ خلايا الطبقتين التسايتين بالمدخرات الغذائية ، ثم تنفكك وتتخرب وتصبح سائلاً مغذياً يفيد في تغذية الخلايا المركزية . ولذا تدعى الطبقات المغذية .

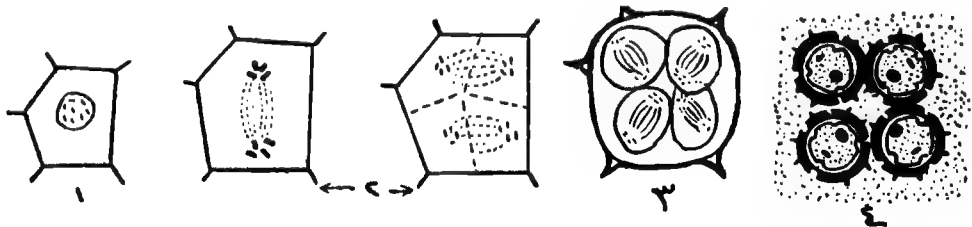
اما الخلايا المركزية فهي الخلايا الام لحبات الطلع . ويحتوي كل منها على نواة ذات (٢ن) عروة ملوثة (او صبغية) .

ب - تشكل غبار الطلع : تخضع كل خلية من الخلايا الام بعد ان يتم نموها لانقسامين



(شكل ٢٩) مراحل نمو الكيس الطلمي

المرحلة (٣) و (٤) و (٥) ١- بشرة ٢- طبقة آلية ٣- طبقتان مغذيتان ٤- الخلايا الام لحبات الطلمع
٥- كيس طلمي ٦- مجموعة رباعية من حبات الطلمع ٧- حبات طلمع ٨- مسكن طلمي متفتح .
متوالين ، الاول منها انقسام اختزالي تنتج عنه اربع خلايا لكل منها فواة ذات (ن) عروة
ملونة ، فتشكل مجموعة رباعية من حبات الطلمع الفتية . شكل ٣٠



(شكل ٣٠) شكل حبات الطلمع

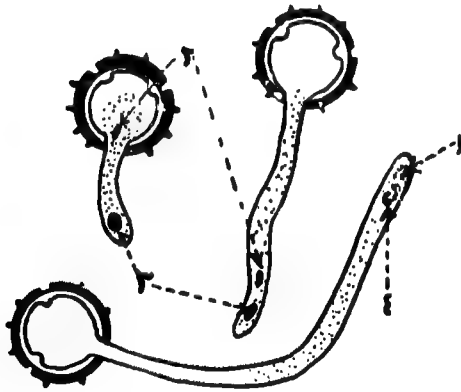
١ - خلية ام ذات (٢ ن) ٢ - انقسام الخلية الام - الاول اختزالي (ن)
٣ - انقسام النواة في حبات الطلمع الفتية الى رباعية ٤ - حبات طلمع ناضجة .

وتنفصل حبات الطلع في كل رباعية بنتيجة تهمل الصفائح المتوسطة لغلها ، وتسبح في السائل المغذي فتخزن عندئذ المدخرات الغذائية ، ويتضاعف غلافها الى غلاف خارجي وغلاف داخلي . كما تنقسم نواتها الى فواتين تلعب النواة الكبيرة منها دوراً مغذياً ، وتدعى النواة الانباتية . وتكون النواة الثانية غالباً ، وهي الاصغر ، مسطحة قليلاً ولها وظيفة في التكاثر فقط لذا تدعى النواة التوالدية .

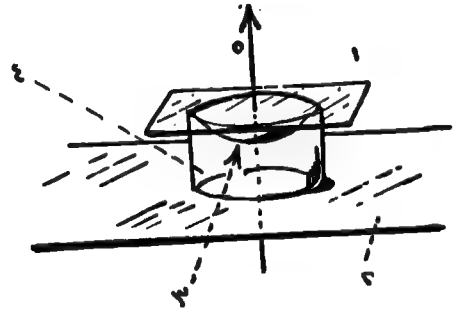
وبعد ان يزول السائل المغذي ، تشكل حبات الطلع الجافة ، غباراً يعلو الاكياس الطليعية الناضجة ، ويتحرر من المآبر بعد تفتيحها .

ج انناش غبار الطلع :

تجربة مخبرية : انفض سداة الزنبق المفتحة فوق صفيحة من الزجاج وضع عليها قطرة من سائل مغذي ملام (يحصل عليه بحل ٣ غرامات من الحلوتين و ١٠ غرامات من السكر في ١٠٠ سم^٣ من الماء) . ولاحظ عندئذ في الغرفة الرطبة كما في الشكل ٣١ (وهي طريقة تمنع التبخر وبالتالي جفاف المحضر) على ان تكون درجة حرارتها حوالي ٢٠ درجة . يمكننا ان نلاحظ خلال بضع ساعات الحوادث التالية :



(شكل ٣٢) انناش حبة الطلع
١ و ٣ نواة انباتية ٢ - نواة مولدة
٤ - نطفتان نباتيتان



(شكل ٣١) دراسة انناش حبة الطلع في الغرفة الرطبة
١ - سادة ٢ - صفيحة زجاجية ٣ - قطرة ماء
٤ - حلقة زجاجية ٥ - النور

تنتفخ حبات الطلع بامتصاص الماء ، ثم يظهر لكل منها انتفاخ هبولى شكل ٣٢ يعبر من احد مسام الغلاف الخارجى ، ويحيط به غشاء سللوزى رقيق ، ينمو هذا الانتفاخ ويشكل أنبوباً متعرجاً يبلغ طوله عدة سنتيمترات ، يدعى الانبوب الطلمي ، ومنذ البدء تندفع النواة الانباتية حتى نهاية الانبوب فتبدو كأنها توجه النمو ، ثم ترتشف وتزول عندما يتم نموه .

وأثناء ذلك تنقسم النواة التوالدية التي نفذت أيضاً في الانبوب الطلمي ، وتمطي باقسامها نواتين في كل منها (ن) صبغية ، تتناول هاتان النواتان ، وتلتف كل منهما أحياناً بشكل حلزوني ، وتشكلان مع قليل من الهيبولى المحيطة بها عرويين مذكرين ، وانطقتين نباتيتين . ملاحظة : اذا قيست المبادلات الغازية التنفسية لحبات الطلع المستخرجة من المساكن الطلمية الناضجة ، وتلك الموضوعة في الشروط السابقة ، يلاحظ تزايد محسوس في الشدة التنفسية في زمن تشكل الانابيب الطلمية ، لان حبات الطلع تنتقل في هذا الوقت من الحياة البطيئة الى الحياة النشيطة : فيقال انها تنتش .

٢ - من الخباء الى البيضة الكروية

أ - نمو البيضة :

تبدو البيضة في اول الامر شكل ٣٣ كحلة تبرز على مشيمة البيض في الخباء . ثم



(شكل ٣٣) نمو البيضة

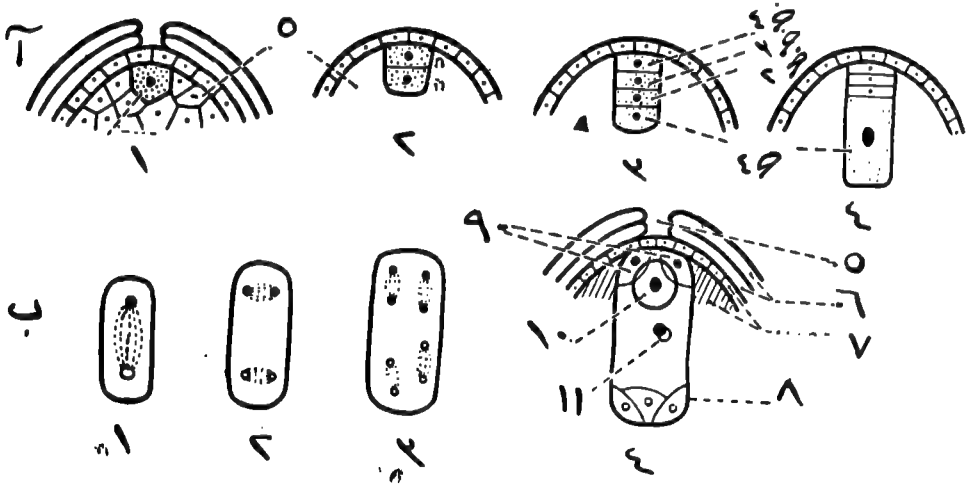
١ - بداية التوسيل ٢ - لحافة داخلية ٣ - لحافة خارجية ٤ - كوة ٥ - لحافتان ٦ - الخلية الام للكيس الرشيمي ٧ - نوسيل

تتشكل بالتتابع ، حول هذه الحلقة التي تكون بداية للنوسيل ، حويتان متحدثتا المركز ، وتنمو هاتان الحويتان بسرعة اكثر من النوسيل ، وتحيطان بها تماماً ، عدا نقطة واحدة ستصبح الكوة ، وتشكلان الحافتي البيضاء (الداخلية والخارجية) المنطقتين على بشرة النوسيل .

ب - تشكل الكيس الرشيمي :

تتميز في النوسيل ، بالقرب من الكوة ، خلية تحت البشرة ، بهيولاهما الغنية بالصفيات ، وبنواتها الضخمة ذات (٢ن) صبغية : وهي الخلية الام للكيس الرشيمي شكل ٣٤ .

تخضع هذه الخلية لانقسامين متتبعين متوالين ، الاول منها اختزالي . وتشكل بذلك اربع خلايا (خ_١ ، خ_٢ ، خ_٣ ، خ_٤) تتوضع فوق بعضها ، ولا تحتوي نواها سوى (ن) صبغية . وتكون هذه المجموعة الرباعية من الخلايا ، مشابهة لرباعية حبات الطلع الفتية . الا انه لانمو سوى خلية واحدة فقط من هذه الخلايا الاربعة ، وهي بصورة



أ - شكل الكيس الرشيمي (شكل ٣٤) أ

أ - الخلية الام للكيس الرشيمي (٢ن) - ٢ - الانقسام الاول المنصف (ن) ٣ - الانقسام الثاني العادي ٤ - كيس رشيمي قبي ٥ - نوسيل .

ب - نمو الكيس الرشيمي : ١ - انقسام اول ٢ - انقسام ثاني ٣ - انقسام ثالث ٤ - كيس رشيمي ٥ - كوة ٦ - لحافتان ٧ - نوسيل ٨ - ٣ خلايا مقابلة للأقطب ٩ - خليتان معادتان ١٠ - بيضة كروية ١١ - نواة ثانوية .

طامة الخلية (خ) وتنصبح كيساً مضغياً (رشيمياً) في حين ان الخلايا (خـ) وخـ
(وخـ) تضمحل وتلاشى .

ج - غو الكيس الرشيمي :

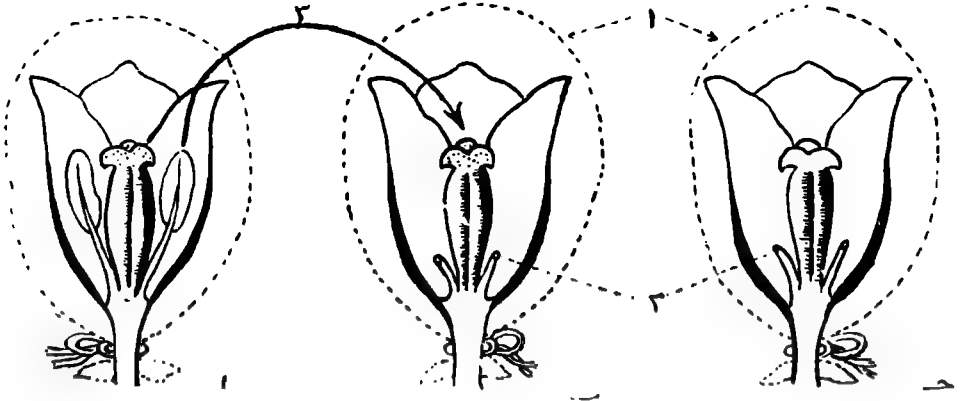
تنقسم نواة الكيس الرشيمي الفتي ثلاث مرات متوالية ، وينتج عن هذا الانقسام
(٨) نوى نصفية . ثم تظهر في هيولى الكيس الرشيمي حجب تحدد خلاياه ، ويتخذ
عندئذ لمضيه النهائي . ففي قطبه الكائن في جهة الكوة ، تتوضع خلية ضخمة هي المروس
الائى ، او البيضة الكروية ، وعلى جانبيها خليتان تدعيان الخليتان المساعدتان . وفي القطب
المقابل ، تتوضع بصورة مناظرة ثلاث خلايا مقابلة للقطب . وفي المركز تقترّب
النواتان الاخيرتان ، وتنصهران ، فتنتج عنها نواة واحدة ذات (٢ ن) صبغية تدعى
النواة الثانوية .

الالقاح في النباتات مغلقة البذور

لكي تتحول البيضة الى بيضة ثم الى بذرة ، ولكي تتحول المدقة الى ثمرة ، يجب ان
يتحد المروسان المذكوران المتكونان في حبة الطلع ، مع المروس الاثنى والنواة الثانوية
الموجودتين داخل الكيس الرشيمي ، في البيضة ، ويطلق على هذا الاتحاد ، اسم الالقاح ،
وتميز فيه الادوار التالية :

اولاً - التأبير :

تجربة : شكل ٣٥ لنضع زراً من ازها التوايب (م) في كيس من الشاش الدقيق
الميون ، ثم نترك الزهرة تنمو بصورة نظامية ، ونعطى بنفس الطريقة زهرتين (ب و >)
من التوايب بعد ان نقطع اسديتها ، التي لم تنضج بعد . وعندما تصل الزهرة ب لمرحلة
النضج نرفع عنها كيس الشاش ، ونذر على سميتها قليلا من غبار طلع الزهرة (پ) .
فالزهرتان م و ب تنمران وتمطيان بذوراً بصورة طبيعية ، بينما لا تنمر الزهرة > التي
لم يصلها غبار الطلع ، ولا تعطى بذوراً .



شكل (٢٥) تجربة تبين ضرورة غبار الطلع لنشكل الثمرة والبزرة في التوليب
١ - كبس شاش ٢ - اسدية مقطوعة ٣ - نقل غبار الطلع الى مدقة الزهرة ب

فالتأثير هو انتقال غبار الطلع من المآبر الى السمت ، وهو شرط ضروري للالتقاء ،
وللتأثير نموذجان : التأثير المباشر والتأثير المعتنف .

١ - التأثير المباشر : وينتقل فيه غبار الطلع من المثبر الى السمة في الزهرة نفسها ،
ويتم هذا الانتقال :

١ - بتحريك الهواء ، او بتحريك الزهرة حركة خفيفة ، كما في الحصى والفاصولياء . حيث
تلتصق المآبر بالسمت تقريباً وكذلك في ازهار القمح

ب - بتحريك الاسدية نفسها حركة خاصة ، كما في نبات البرباريس ، حيث تنطبق
المآبر الستة فجأة على السمة وتنفذ عليها نائرة فوقها غبار الطلع .
اما في نبات الشونيز فتتحرك السمت حتى تلامس المآبر .

ج - وهناك نموذج تأثير خاص يشاهد في ازهار البنفسج حيث تفتش حبات الطلع
حينما تكون في الاكياس الطلعية مرسلات انابيب طليعة تصل للسمت مباشرة .

ومن البديهي ان التأثير المباشر لا يحدث الا في الازهار الخنثى .

٢ - التأثير المعتنف : وينتقل فيه غبار الطلع من مثبر زهرة الى سمة زهرة اخرى ، ويتم
هذا النموذج في الحالات التالية :

٥ - في الازهار المنفصلة الجنس سواء كانت على شجرة واحدة كالجوز او على شجرتين مختلفتين (كالنخل والصفصاف) .

ب - في الازهار الخنثى ، متى كباين نضج الاسدية والمدقات . وفي الخريف حيث تنضج المدقة أولاً . والتأثير المتنافا كثر النوعين مصادفة في الطبيعة حتى في كثير من الازهار الخنثى .

اما انتقال غبار الطلع فيتم بعدد من الوسائط :

٥ - الانتقال بالهواء : ينقل الهواء غبار الطلع الى مسافات بعيدة احياناً ، ويكلف منه اثناء هذا الانتقال قسم كبير ، بيد ان عدد الحبات الهائل يضمن وصول ما يكفي منها لفعل الافلاح . ونذكر كمثال على ذلك ازهار الجوز والصفصاف واقمح ، وهي ازهار صغيرة ، لاندر كها الحشرات لتتلف طلعمها ، انما يتضرر التأثير في هذا النوع من الازهار في الجو الماطر الذي ينظف الهواء من حبات الطلع فيمنع انتقالها .

ب - الانتقال بالحشرات : تقوم بهذا النقل حشرات كثيرة خاصة ، منها الحشرات المولدة للعسل التي تغتاش عن الطلع والرحيق . وتنجذب هذه الحشرات بمببر الازهار والوانها الزاهية . وقد وجد ان الحشرات تزور الازهار المعطرة اكثر من الازهار المهرومة من المطر ، وانها تختار اللون الاحمر اكثر من البنفسجي والازرق ، يلتصق غبار الطلع في جسم الحشرات على الاهداب واللوامس ، فتى انتقلت الحشرات من زهرة الى اخرى نقلت معها قسماً من طلع الزهرة الاولى الى الزهرة الثانية حيث يلتصق على السمة اللزجة . وان بعض الازهار اذا حجبته عنه الحشرات لا يثمر .

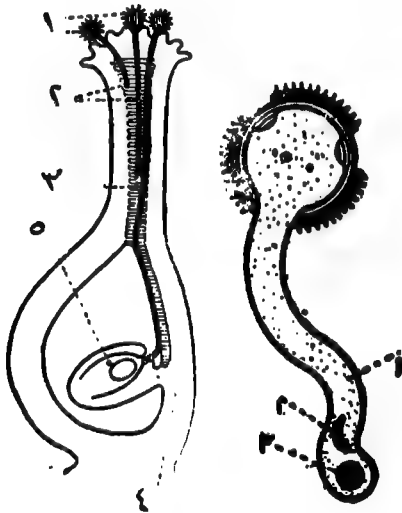
ولبعض الازهار حشرات خاصة تقوم بالتأثير فيها كالفانيليا ، مثلاً التي لها نحلة خاصة . وتنوع اشكال الازهار انواعاً تهدف دوماً الى تسهيل التأثير فلزهر الربيع نوعان من الازهار ، نوع اسديته عالية في عنق التويج ومدقته قصيرة ونوع اسديته قصيرة ومدقته طويلة بارزة فالنحلة الآتية من النوع الاول تلقح بسهولة مدقة النوع الثاني وبالعكس .

اما في فصيلة السحلبيات فللازهار شكل خاص يساعد على التأثير ، فغبار الطلع فيها

لا تنتشر ، بل تبقى حباته ملتصقة ببعضها مكونة كتلة واحدة تدعى الكتلة الطلمية وفي كل زهرة كتلتان طلميتان تتدليان معلقتين في مدخل الزهرة ، وفي أسفلها خيطان في نهاية كل منها كبة لرجة تستند الى سمة الزهرة . فاذا دخلت النحلة الى الزهرة صدم رأسها الكبتين اللزجتين فتلتصقان به ثم تطير النحلة . فتتحنيان وتصبحان امام رأس النحلة بدلاً من أن تكونان قائمتين عليه . فاذا دخلت النحلة زهرة أخرى ، ادخات أمامها كتلتا الطلع ولصقتها بسمة الزهرة . وتقلد هذه العملية تجريبياً برأس قلم مبري .

ج - الانتقال بالماء : تقوم أزهار بعض النباتات المائية على سطح الماء وتنتثر طلمها عليه ، فيحمل التيار حبات الطلع الى الأزهار الانثى وبلقحها .

د - الانتقال بواسطة الانسان : (التأثير الاصطناعي) ويقوم به الانسان متى اراد اكثار الانتاج ، ويعرف العرب هذه الطريقة منذ أقدم الأزمان فكانوا وما زالوا يأخذون



ازهار النخيل المذكرة ويصعدون على النخيل الانثى وينفضونها على ازهارها فيحصل التأثير . ويستعملون اليوم هذه الطريقة فيحصلون على أنواع جديدة من النبات بتأثير أزهار نوع معين من النبات بغبار طلع نبات آخر .

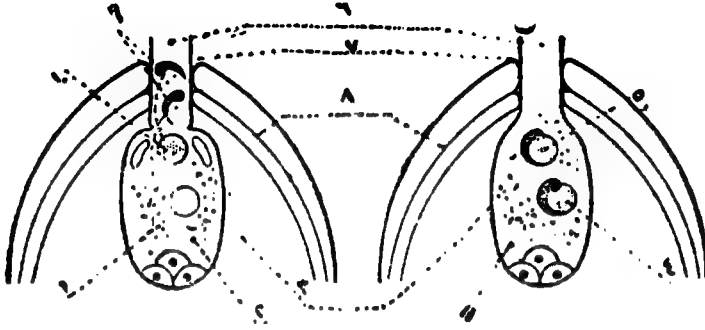
ثانياً - انتاش حبة الطلع : تجذ حبة الطلع التي وقعت على السمة ، الشروط الملائمة لانتاشها ، وهي شروط مماثلة لتلك التي طبقت في تجربة الانتاش الاصطناعي التي درسناها فيما سبق . شكل ٣٦ وشكل ٣٧ .

ينمو الأنبوب الطلمي ويضخم ، وينفوس تدريجياً في نسيج القلم الناقل . فيضخم ما يصادفه في طريقه من خلايا النسيج ويغذى بها حتى يصل الى كوة البيضة . فينفذ فيها .

ثالثاً - تكون البيضة : متى لامس

- (شكل ٣٦) (شكل ٣٧)
انتاش غبار الطلع على تلقیح البيضة
سمة زهرة الربيع ١- حبات الطلع
١- أنبوب طلمي ٢- أنابيب طلمية
٢- نواة الالتحاق ٣- نواة غذائية
٣- نسيج مبضوم ٤- البيضة ٥- الكرة البيضية

الانبوب الطلمي سطح النوية ، فانه يهضم خلايا السطح بفضل خائره الخاصة ، وتنفجر نهايته وتُمر النطفتان النباتيتان الى الكيس الرشيمي فيحصل عندئذ القاح مزدوج :
شكل ٣٨ .



(شكل ٣٨) القاح المزدوج وتكون البيضة

١ - نواة ثانوية ٢ - كيس رشيمي ٣ - نوية ٤ - بيضة اضافية ٥ - بيضة ٦ - انبوب طلمي ٧ - كوة ٨ - لحافات ٩ - نطف نباتية ١٠ - بيضة قبل القاح

١ - تندمج احدى النطفتين النباتيتين (الحاوية على صبغية) . مع البيضة الكروية (ذاتن صبغية ايضاً) لتكون منها البيضة الاصلية (٢ ن صبغية) اي يصبح عدد الصبغيات فيها مساوياً لعدد الصبغيات الموجودة في خلايا النبات الاخرى .
٢ - وتندمج النطفة الثانية (ن صبغية) مع النواة الثانوية (٢ ن صبغية) لتكون منها البيضة الاضافية او بيضة السويدهاء (ذات ٣ ن صبغية) .
ثم تزول بعد ذلك الخليتان المساعدتان والخلايا المقابلة للقطب ، وهكذا لا يبقى في الكيس الرشيمي سوى بيضتان : اصلية تولد النبات ، وبيضة اضافية تولد السويدهاء .
ملاحظة : ان القاح المزدوج خاص بالنباتات ظاهرة القاح مغلفة البذور .
وانذكر ان البيضة قد تتحول احياناً الى بيضة بدون ان تندمج مع نطفة كما في فصيلة الورديات ويدعى ذلك التوالد البكري . وهو نادر . وتلقح سائر البويضات في المبيض الواحد بالية مشابهة لما ذكر لان عدد حبات الطلع التي تسقط على السمة كبير جداً يكفي لتلقيح سائر البويضات ويزيد .

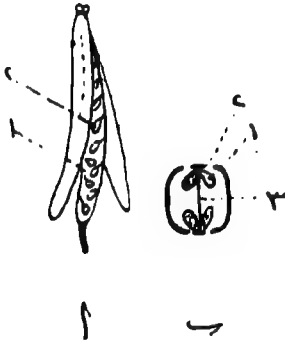
تكون الثمرة والبذرة

تذبل الزهرة بعد الالقاح . وتجف جميع اجزائها من كأس وتويج واسدية وتسقط كما يسقط القلم والسمة ايضاً . ويبقى المبيض وحده حياً . فينمو ويضخم ويتحول الى ثمرة . بينما تتحول البيضة الملقحة فيه الى بذرة .

الا انه يوجد احياناً عدد من النباتات المزروعة ، يتم نمو الثمرة فيها بدون القاح وهذا مايفسر لنا وجود ثمار بدون بذور (كما في بعض انواع الاجاص والتفاح والبرتقال) وكما في الموز . وتسمى هذه الحادثة تكون الثمرة البكري .

اولا — تحول المبيض الى ثمرة : يصبح جدار المبيض غلافاً ثمرياً يحدد جوفاً يشتمل على البذرة ، بينما تختفي بقية اقسام الخباء ؛ الا انه قد يبقى القلم والسمة احياناً ، بشكل زوائد تساعد في انتشار الثمار ، كما في ثمار الخواذن .

واذا كانت المدقات منفصلة الاخبية ، يشكل كل خباء ثمرة متميزة عن الاخرى ويدعى مجموعها الثمرة المركبة او منفصلة الاخبية كما في الخواذن .



وعندما تكون المدقة ملتحمة الاخبية ، ينتج عنها ثمرة واحدة ملتحمة الاخبية كما في التواب .

الا انه يمكن ان يتبدل الشكل الاصلي للمدقة فتظهر فيها حواجز كاذبة تزيد في عدد مساكن المبيض : ففي الفصيلة الصليبية يتألف المبيض من خباين ، ويكون في اول الامر وحيد المسكن ثم يظهر اثناء نضج الثمرة غشاء كاذب طولي يمتد بين المشبات ، ويقسم المسكن الاصلي الى مسكنين شكل ٣٩ .

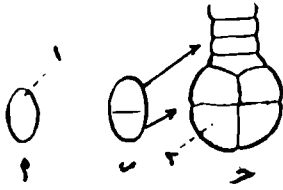
(شكل ٣٩) آ - ثمرة المنتور :

١ - مصراع ٢ - بذرة .

ب - مقطع الثمرة :

١ - بذرة ٢ - شق ٣ - حاجز مركزي

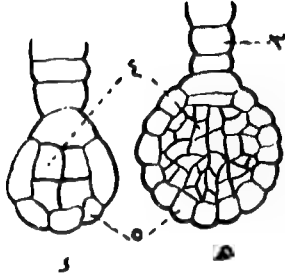
وبالعكس فقد ينقص عدد المساكن الاصلية كما في النخل ، فالمبيض الفتي يتألف في الاصل من



ثلاثة أخبية ، ثم تتلفح بيضة واحدة ولا ينضج سوى خباء واحد فقط بشكل الثمرة .

ويتألف غلاف الثمرة من ثلاثة اقسام :

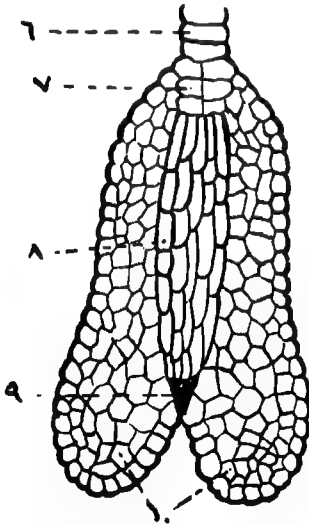
- ١ - بشرة خارجية تشكل غلاف الثمرة الخارجي .
- حبيبات مخضورية ، وتشكل غلاف الثمرة المتوسط .
- ٣ - بشرة داخلية تشكل غلاف الثمرة الباطن .



ثانياً — تحول البيضة الى بذرة :

- ١-غوالبيضة الاصلية ونحوها الى رشيم : تنمو البيضة الاصلية داخل الكيس الرشيمي وتنقسم الى خليتين: خلية عليا قريبة من الكوة تكون الملقق ، و خلية سفلى تكون الرشيم او النبت الصغير ويتم ذلك كما يلي :
- ١- تكون الخلية العليا باقساما خيطاً خلوياً يدعى الملقق ، يطلق الرشيم وبدايه الى مركز الكيس حيث يتغذى .

(شكل ٤٢) نمو البيضة الاصلية ونحوها الى رشيم في نبات ذي فلقين. أ، ب، ج، د ، هـ ادوار النمو ١ - بيضة اصلية ٢ - رشيم ٣ - ملقق ٤ - رشيم ٥ - بذرة .



- ٢- تنقسم الخلية السفلى بنشاط في سائر الاتجاهات فتكون كتلة خلوية بيضية ، تتميز على سطحها بمد قليل بشرة ، ثم تتكون فيها بعد ذلك تدريجياً اعضاء يتم بنكونها تكون الرشيم . ويشتمل على (شكل ٤٣)

١ - جذير يكون فيما بعد جذر النبات ، وتقع نهايته الى جهة الملقق .

٢ - برعم نهائي او عجز ، وهو النقطة الاعاشية الكائنة مقابل الجذير .

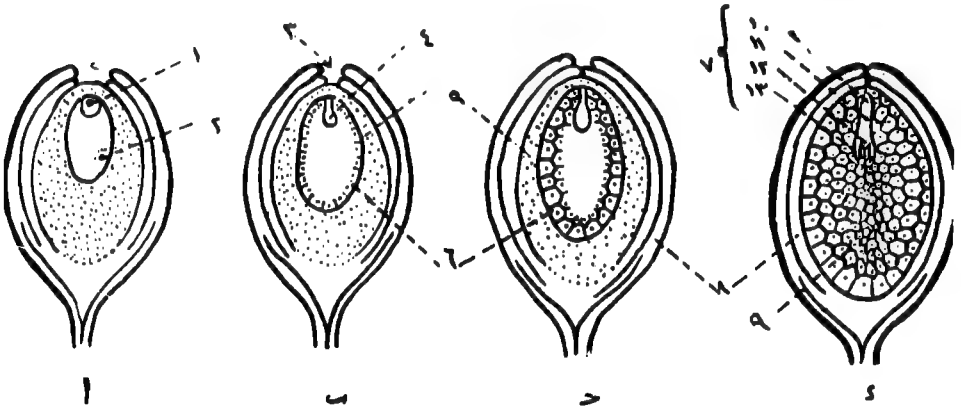
(شكل ٤٣) رشيم نبات ذي فلقين
٦ - ملقق ٧ - جذير ٨ - سويق
٩ - عجز ١٠ - فلقان .

٣ - سويقة كائنة بين القسمين السابقين ، وتحمل

جانبياً وريقة او وريقتين هي الفلقة او هما الفلقتان .

فها اثنتان في ذوات الفلقتين (كالفاسوليا والمثور) . وواحدة في ذوات الفلقة (كما في الزنبق والقمح) .

ب - نمو الببيضة الاضافية وتحولها الى سويداء : تستقر الببيضة الاضافية على جدار الكيس الرشيمي ، ثم تنقسم نواتها الى عدد كبير من النوى ، يحيط بكل منها قسم من الهيولى ، وتصطف النوى على جدار الكيس الباطن ، ثم تظهر بينها حجب سللوزية تفصلها عن بعضها فيتكون بذلك صف من الخلايا السطحية ، يعتبر الطبقة الاولى من نسيج السويداء ثم يستمر الانقسام في سائر الاتجاهات . فيمتلئ الكيس بنسيج خاص خلاياه مفعمة بالمذخرات يطلق عليه اسم السويداء .



(شكل ٤٤) نمو السويداء وتحول الببيضة الى بذرة

ا ، ب ، ج ، د مراحل النمو ١ - بيضة اصلية ٢ - بيضة اضافية ٣ - كوة ٤ - رشيم -
٥ - نوسيل ٦ - اول طبقة من السويداء ٧ - رشيم ٨ - لحافات ٩ - سويداء ١٠ - جذير
١١ - سويق ١٢ - عجز ١٣ - فلقة

ج - مصير لحافات الببيضة ، والنوسيل والسويداء :

تزول النوية لأن الببيضة الاصلية والببيضة الاضافية تهضمها اثناء نموها . اما الحافات الببيضة فتتحول الى لحافات تحيط بالبذرة .

وعندما تهضم النوية بكاملها ، لا يبقى في البذرة سوى السويداء محيطة بالرشيم ،

وتكون فيه الفلقتان ضامرتين ، وتدعى هذه البذور ، البذور ذات السويداء ، (كبذور الخروج) .

واذا هضم الرشيم السويداء ، تضخم فيه الفلقتان المثلثتان بالمذخرات الغذائية ، ولا يبقى في البذرة سوى اللحافات تحيط بالرشيم . وتدعى هذه البذور ، البذور عديمة السويداء (كبذور الفاصوليا) .

وتفقد البذور أثناء تكوينها كمية كبيرة من الماء ، بينما تكون قد ادخرت كميات وافرة من المواد المغذية ، ولذلك فهي تدخل في مرحلة جديدة يتباطأ فيها نشاطها الحيوي ، وتبقى البذور على هذه الحالة فترة قصيرة او طويلة حسب الانواع ، يمكنها بعد ذلك اذا توفرت لها بعض الشروط المناسبة ان تنبت وتطعي نباتاً مورقاً جديداً .

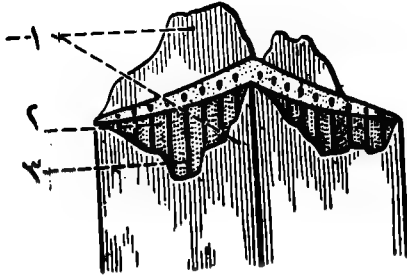
النسيج النباتية

تجتمع الخلايا النباتية حين يكون لها نفس الوظيفة والتمضي فتؤلف نسيجاً كما هو الحال في الحيوان .

النماذج الهامة للنسيج النباتية

١ — ايضاحها : دراسة النسيج المكونة لورقة نبات الكراث (براسة) بالمين المجردة .
لنأخذ ورقة نبات الكراث ونطويها نحو وجهها الداخلي ، فنكسر ، ويظهر غشاء ممزق عديم اللون ، يحيط بوجه الورقة الداخلي ، ويمكننا ان نرفع بملقط دقيق الغشاء الخارجي المائل للغشاء الاول في الورقة ذاتها ، فنستطيع ان نلاحظ بالمين المجردة مايلي :
١ — كتلة خضراء هي النسيج الخالص (بارانشيم) تتكون منها معظم مادة الورقة .
ونعتبر هذا النسيج نسيجاً اساسياً للورقة لكونه يحتل مكاناً هاماً في سائر الاعضاء النباتية (من اوراق ، وسوق خضراء وجذور فتية) ولأنه يقوم بوظائف هامة سندرسها فيما بعد .
ويحتوي هذا النسيج الخالص على مخضور (ولذا سمي بالنسيج الخالص اليخضوري) .

٢ - نشاهد في داخل النسيج الخاص هذا خطوطاً نيرة متوازية تعرف باسم العصيات



وتتركب العصيات هذه من النموذج آخر من النسيج النباتية (تعرف بالنسيج الناقلة) وصميت كذلك لانها تنقل النسخ المؤلف من السوائل المغذية الى جميع اعضاء النبات الاخضر .

٣ - نشاهد غشاء رقيقاً عديم اللون يحيط بالنسيج الخاص ، فهو النموذج الثالث من النسيج النباتية الهامة (ويعرف باسم النسيج الواقي)

ويدعى النسيج الواقي في هذه الحالة بالبشرة . (شكل ٤٥) النماذج الثلاثة لانجدة ورقة الكراث

٢ - الدراسة المجهرية للنماذج النسيج الثلاث : ١ - نسيج واق (بشرة) ٢ - بارانشيم يخضوري

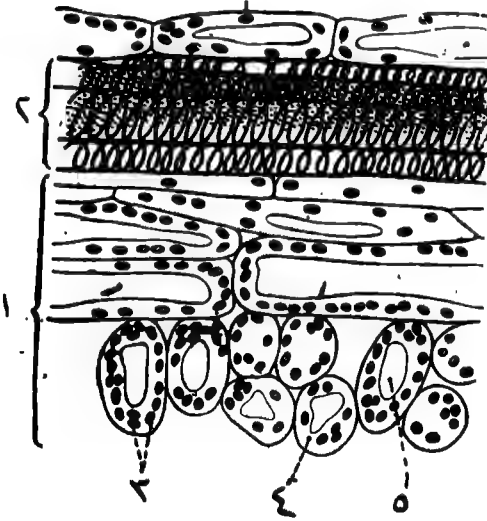
٣ - نسيج ناقلة (خشب)

١ النسيج اغلاصة :

١ - النسيج اغلاص الخضر : دراسة مجهرية .

لنأخذ بنهاية المشرط قطعة عصبية يحيط بها قليل من النسيج الخاص الخضروري ،

ونضعها في نقطة ماء بين سفيحة زجاجية وساترة ، ولنضغطها قليلا ونفحصها تحت المجهر .



فترى بأن النسيج الخاص الخضروري

يتألف من خلايا متعددة السطوح ومتطاولة

تكون بتاس مع بعضها البعض وتكون

الخلايا فيها ذات فجوات كبيرة ، وتحوي

على عدد كبير من الجسيمات الصائفة ،

ويحيط بها غلاف سللوزي .

ونظير الخلايا احياناً بتأثير تهلم

الصفيحة الوسطى منفصلة عن بعضها

من ذرواتها، وقد غدت مستديرة تحددها

تجاويف تسمى الاصمخة . وقد تنفصل عن

(شكل ٤١)

نسيج يخضوري واوعية خشبية في الكراث

١ - بارانشيم يخضوري ٢ - اوعية خشبية ٣ - جسيمات

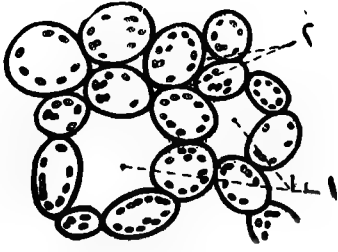
صائفة للخضور ٤ - هيولى ٥ - فجوة

بعضها تاركة بينها تجاويف كبيرة تدعى بالفراغات تضمن لها المبادلة الغازية .

يكثُر النسيج الخاص اليخضور في الاعضاء

الهوائية للنبات : كالاوراق والسوق الفتية حيث

تكتسب اللون الاخضر :



٢ - النسيج الادخاري : دراسة عملية مجهرية

يكون النسيج الخاص خاليًا من اليخضور كما في

الاعضاء المنطمرّة كالجدور (الجزر والفجل والشمندر) اصمخة وفراغات في البارانشيم اليخضورى

وفي السوق الترابية (كدرنات البطاطا) وكذلك في ١ - فراغات ٢ - اصمخة

الثمار الناضجة والبدور ، غير ان خلاياه تحوي مواد مدخرة غزيرة ، كالكسكاكر ، وحبّات

النشاء والزيوت .

وهكذا نرى بالفحص المجهرى لمقطع رقيق اجريناء بالموسى في درنة البطاطا ، خلايا

كثيرة السطوح ، عديمة الاصمخة ، محشوة بحبيبات النشاء .

تعتبر هذه الاخيرة مواد مدخرة

لان البطاطا تذيّل وتذوي بزوال

مدخراتها حين الانتاش : فنشاهد

والحالة هذه بفحص نسيجها الخاص

بالمجهر ، حبّات النشاء متباعدة ، وفي

طريق الزوال . ذلك لوجود خميرة

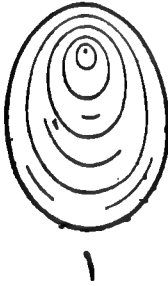
تدعى خميرة النشاء ، تقوم باماهة

النشاء، فتحوله الى غلو كوزويهاجر

هذا من الدرنة نحو الاقسام الفتية

التي تكون بحالة النمو ، ثم يزول

الدرنة بعدئذ .



(شكل ٤٨)

١ - حبة نشاء كاملة (لم تهضم بعد)

٢ - حبة نشاء (اثناء الهضم)

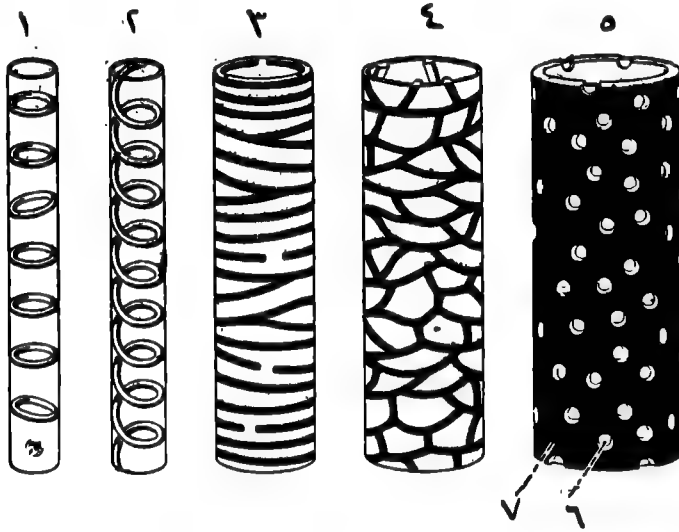
ب - النسيج الناقلة :

نميز نوعين من النسيج الناقلة هما : الخشب (الخشب والنسيج المتخشب) (الحاء

او (النسيج اللحائي) .

١ - الخشب

نلاحظ في عصيات ورقة الكرات (البراصة) ، انابيب تصطف متوازية ، وعلى جدرانها تزيينات ذات شكل حلقي او حلزوني ، وهذه الانابيب هي الاوعية الخشبية التي يعتبر وجودها صفة مميزة للنسيج الخشبي . وتكون جدران الاوعية بادى الامر سللوزية بكاملها ، وتكسبها توضعات الخشب الداخلية متانة وصلابة فتجعلها مفتوحة دوماً .
الخشبين : هي مادة معقدة لم تعرف طبيعتها الكيميائية بعد ، وهي قاسية صلبة ،



(شكل ٤٩) الانواع المختلفة للاوعية الخشبية

- ١ - وعاء حلقي ٢ - وعاء حلزوني ٣ - وعاء مخطط ٤ - وعاء شبكي ٥ - وعاء منقط .
٦ - نقطة ٧ - خشب

وتتصف بتثبيت بعض المواد الملونة (كأخضر اليود) ويعتبر الخشبين المادة الاساسية في تركيب الخشب .

ويمكن ان تكون التوضعات الخشبية :

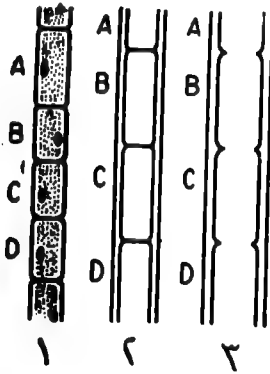
١ — على شكل حلقات متباعدة قليلا او كثيراً ، فتدعى الاوعية حينئذ بالاعوية الحلقية .

٢ — على شكل حلزون قليل او كثير التراص ، فتدعى الاوعية حينئذ بالاعوية الحلزونية ، ونمثر على هذين النموذجين من الاوعية في نبات الكراث .

٣ — على شكل خطوط عرضانية قليلة او كثيرة الانتظام ، قد تقاربت كثيراً من بعضها ، فتدعى الاوعية حينئذ بالاعوية المخططة .

وحيث تكون الخطوط متعددة وغير منتظمة — اي على شكل شبكة تدعى الاوعية حينئذ بالاعوية الشبكية .

٤ — واخيراً قد تتخشب الجدران بتمامها ماعدا بعض النقاط فتبقى سللوزية ، وتدعى الاوعية حينئذ بالاعوية المنقطة .



(شكل ٥٠)

شكل وعاء خشبي

١ - سلسلة من الخلايا الحية

٢ - وعاء غير كامل

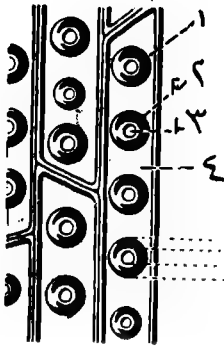
٣ - وعاء كامل

وتسمح الاقسام السللوزية للاوعية بنفوذ المواد ، كما وتساهم في التبادلات مع النسيج المجاورة .

وتنشأ الاوعية الخشبية من خلايا طويلة اتصلت ببعضها رأساً بقب ، ثم زالت محتوياتها بعد ان اصطنعت مادة الخشبيين ورسعت بها غلفها ولا نشاهد داخل هذه الاوعية هيولى ولا نواة ، بل تتألف من مجموعة خلايا فارغة — لذا فهي تعتبر من العناصر الميتة .

نجد في بعض الاوعية الحلقية والحلزونية ، وفي بعض الاوعية المخططة احياناً حواجز سللوزية معترضة ، فتدعى لذلك هذه الاوعية بالاعوية الناقصة او المخلقة . وتكون الاوعية الشبكية والمنطقة كاملة او مفتوحة . وذلك لان لمعها لا تحتوي على حواجز معترضة .

والاعوية الخشبية هي العناصر الناقلة للنسج الناقص التي تعتبر الصفة المميزة للنسيج الخشبي .



(شكل ٥١)

أوعية هالية في الصنوبر

١ - نقطة هالية

٢ - منطقة عاتمة

٣ - منطقة نيرة

٤ - خشبين

وترافق هذه الخلايا الميتة ، خلايا بارانشيمية حية (تدعى البارانشيم الخشبي) كما ترافقها أحيانا ألياف خشبية (وهي خلايا متطاولة لا حياة فيها وجدرانها متخشبة بتمامها) .

ملاحظة : نجد في النباتات باديات الاقحاح عريانة البذور (كالصنوبر مثلا) أوعية ناقصة ، تبدو على جدرانها نقاط هالية — بدلا من الأوعية الخشبية المخططة والشبكية ، والمنطقة — ويميز الشكل هيئة الأوعية الناقصة مع بنية النقاط الهالية .

اللحاء

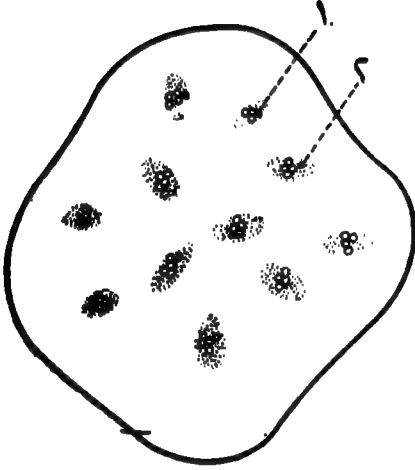
يتشكل اللحاء خاصة من أنابيب غربالية ، تعتبر عناصر

النقل وتتكون هذه الأنابيب من خلايا حية متطاولة ، ذات جدران سللوزية ، قد اتصلت مع بعضها . وتحوي حواجزها المعرضة ثقوباً عديدة تشكل حجباً غربالية تفصل بين الخلية والآخرى (مما دعا لتسميتها بالأنابيب الغربالية) .

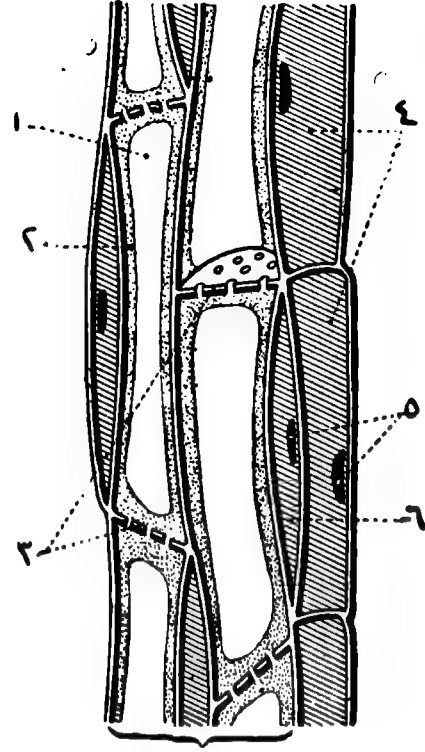
تتألف الأنابيب الغربالية من خلايا حية مجردة من النوى ، ذات هيولى محيطية ، ويشغل مركز كل منها فجوة كبيرة يملؤها النسغ الكامل ، وهو سائل كثيف مغذٍ ويجري ببطء من خلال الحجب الغربالية .

ويكون قطر هذه الأنابيب الغربالية بصورة عامة صغيراً جداً ، ولذا تحتاج ملاحظتها إلى دقة وتأن زائدين . بينما تكون الأوعية الناقصة هذه في بعض أنواع النباتات (كالقرع والبطيخ) كبيرة جداً ، تسهل رؤيتها بوضوح تام . وبين الشكل التالي مقطعاً عرضياً في ساق القرع ، وقد ظهرت فيه الأنابيب الغربالية بعد فحصه بالمجهر .

ويتألف النسج اللحائي (أو اللحاء) من اجتماع أنابيب غربالية (وهي عناصر ناقلة للنسغ الكامل) وخلايا بارانشيمية (بارانشيم لحائي) وألياف لحائية ذات جدران مخيضة . قليلة التخشب .



(شكل ٥٣) مقطع عرضي في ساق القرم
١ - خشب ٢ - لحاء

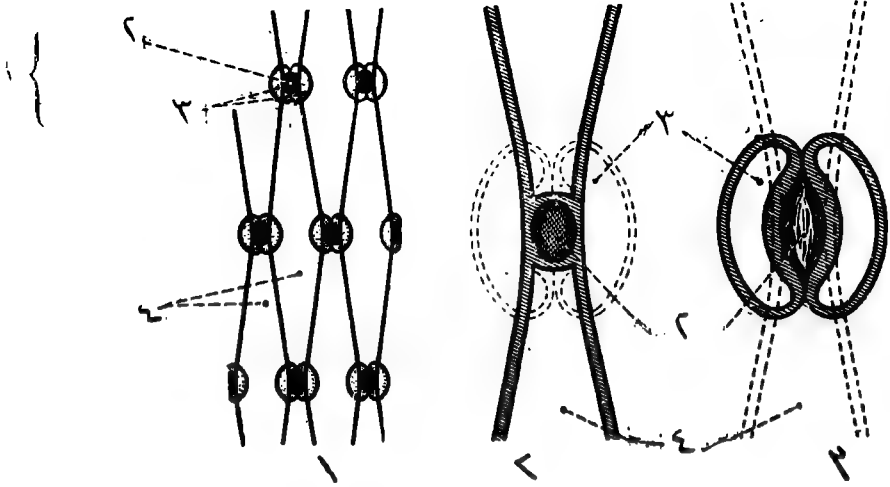


(شكل ٥٢) انابيب غربالية في اللحاء
١ - فجوة ٢ - هيولى ٣ - غربالان ٤ - خلايا
البارانشيم اللحياني ٥ - نواتان ٦ - خلية مرافقة

ج - النسيج الواقية : دراسة عملية مجهرية :

- ١ - البشرة : نشاهد في قطعة من بشرة ورق الكراث الرقيقة مايلي :
١ - طبقة من الخلايا المتطاولة ، المديمة اللون (لعدم احتوائها على الجسيمات الصائفة لليخضور) مرصوفة الى جانب بعضها البعض ، وتسمى الخلايا البشرية .
- ٢ - وزى في زوايا بعض الخلايا البشرية بقماً عاتمة (هي فقاعات من الهواء) تصدر عن ثقب كائنة في البشرة : تدعى فوهات المسام . وتحاط كل فوهة بخليتين على شكل الكلية ، تقع في مستوى أكثر انخفاضاً من مستوى البشرة . ونشاهد في هذه الخلايا السمية

جسيمات صانعة للبخضور ، كما نلاحظ منحدراتها السللوزية المحيطة بفوهة السم .



(شكل ٥٤)

- ١ - بشرة الكراث مرئية بالجرمية الضعيفة ٢ سم كما يظهر في الخلايا البشرية بعد عملية الاحكام
- ٣ - ذات السم في الخلايا السمية بعد عملية الاحكام .
- ١ - سم ٢ - فوهة السم ٣ - خليتان سميتان ٤ - خلايا بشرية

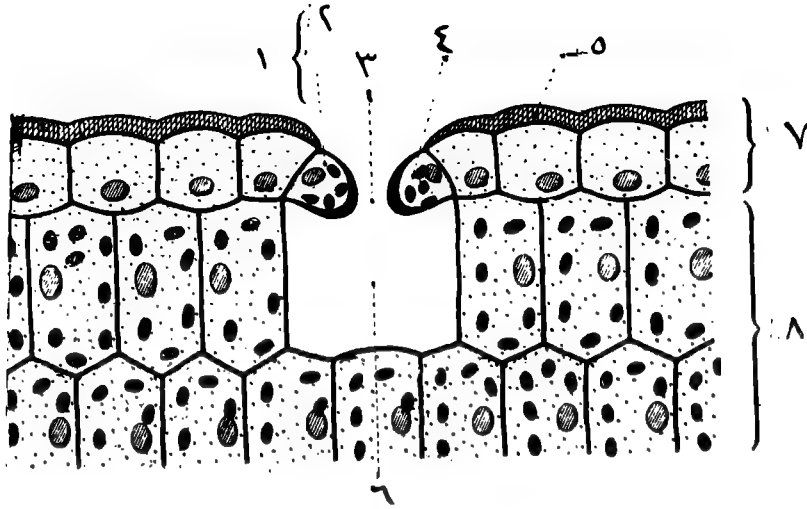
وندعو مجموع الخليتين مع الفوهة الكائنة بينها بالسم .
يكون السطح الخارجي للخلايا البشرية مخيئاً ومنطلي بمادة القشيرين . ونسمي هذا الجدار السميك المتشرب بمادة القشيرين بالقشيرة .

القشيرين : هي مادة كثيفة ، تنتج عن الحوض الدسمة ، لا تسمح بالنفوذ ولا تتفسخ ويحول وجود القشيرين هذا ، دون تبلل الورقة عندما يسقط عليها الماء ، اذ تندرج قطرات الماء على سطحها دون ان تلتصق .

ونعتبر قشيرة البشرة - بفضل عدم نفاذها - نسيجاً واقياً ، فهي تخفف من سرعة تبخر الماء الموجود في النسيج الواقعة تحتها . بينما تؤمن المسام التبادلات الغازية الضرورية بين النبات والوسط الخارجي .

ففي كثير من النباتات تمتد الخلايا نحو الخارج ، على شكل أوبار مختلفة تجعل سطح الورقة او الساق مخلياً .

ويمثل الشكل مقطعا لورقة تبدو فيها البشرة بوضوح ونشاهد في هذا المقطع ، بأن



(شكل ٥٥) مقطع تخطيطي في بشرة ورقة مع النسيج الراقعة تحته
 ١ - سم ٢ و ٤ - خليتان صميتان ٣ - فوهة السم ٥ - قشيرة ٦ - حجرة تحت السم
 ٧ - بشرة ٨ - نسيج خاص بخضوري

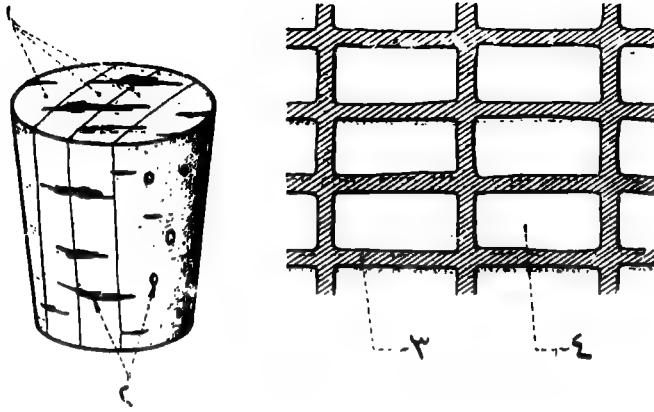
النسيج الواقعة تحت الفوهة السمية قد ابتعدت فتركت فراغا يدعى الغرفة تحت السم، وتستر البشرة الاوراق والسوق الفتية واجزاء الازهار ، وتحملها .

٢ - الفلين : لانبتطيع نزع البشرة من السوق المسنة ذات اللون الاسمر ، لوجود نسيج واق سميك بلون اسمر عاتم ، يقوم مقام البشرة يدعى الفلين ، يستر هذه السوق ، ويحيط بالجذور المتقدمة بالسن .

ومن السهل دراسة بنية الفلين في سداة من الفلين (قد قدت من طبقة فلين تحيط بجذع شجرة البلوط) . فاذا اجرينا فيها مقطعا رقيقا بموسى حادة ، وفحصناه تحت المجهر نلاحظ نسيجاً مؤلفاً من طبقات منتظمة من الخلايا ، قد تقلنت جدرانها، وغدت ثخينة ذات لون اسمر .

مادة الفلين : هي سمراء كتيمة ، وبشبه تركيبها الكيميائي تركيب مادة القشيرين ،

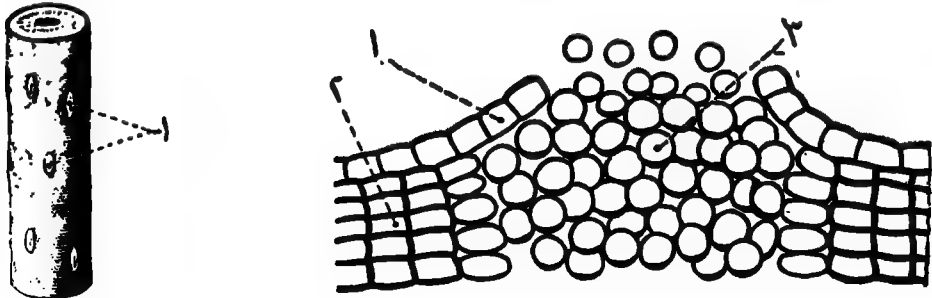
ويحصل التفلين* في جميع سطوح الخلايا على الاطلاق بينما لا يتبدل سوى السطوح الخارجية للخلايا البشرية في حالة تكوين القشيرين . فانزلت تبعا لذلك محتويات الخلايا في الفلين عن بعضها البعض بسبب اطارها الكتيمة ، مما ادى الى موتها السريع ، ثم امتلاء جوف خلايا



(شكل ٥٦) سدادة من الفلين ومظهر مجهرى لقطعة من الفلين

١ - طبقات سنوية للفلين ٢ - عديسات ٣ - جدار متفلق ٤ - كهف مملوء هواء

الفلين - ذلك النسيج الميت - بالهواء ، وهذا ما يجعله خفيفاً . والفلين رديء النقل للحرارة ، ولذلك فهو يحمي الاعضاء النباتية التي يسترها .
المديسات: تتشكل المديسات - نتيجة لعدم نفوذ الفلين - لتقوم بالمبادلات الغازية ،
ما بين النسيج الداخلية والوسط الخارجي .



(شكل ٥٧) عديسات في ساق الزان المسن

١ - عديساتان

شكل (٥٨) مقطع تظهر فيه المديسة

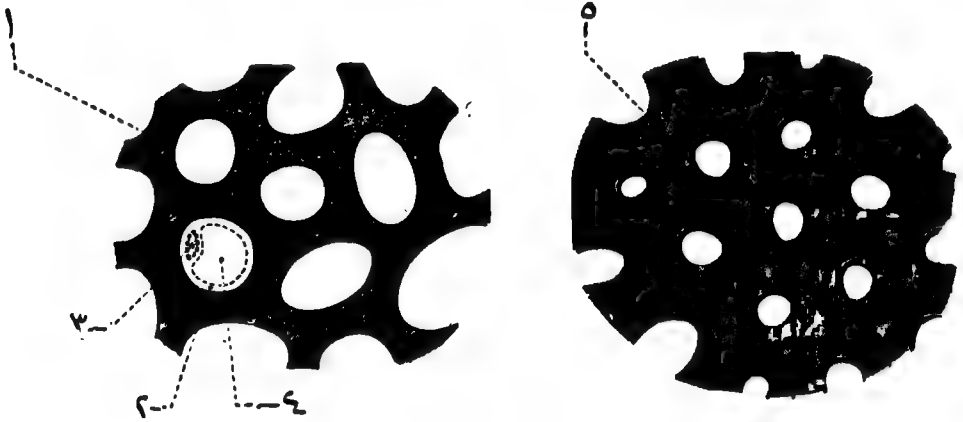
١ - بشرة ٢ - فلين ٣ - فلين ذو مسام ومعه اصممة

ونشاهد على جذع الزان المسن تتوءات (لها فوهات على شكل عرى متطاولة) تدعى
 العدسات^١ - وتستقر داخل هذه الفوهات خلايا ميتة متقلنة ، وقد انفزلت عن بعضها
 البعض ، وتفككت لتسج بمرور الغازات من خلالها .
 وما الحفر السمر المتطاولة ، التي نشاهدها في سداة الفلين الا عدسات ، وما القبار
 الاسمر الذي تحويه الا خلايا متفككة كما ذكرنا .

النسج النباتية الاخرى

١ - نسج الاستناد :

يمكننا ان نلاحظ اثناء دراسة اعضاء النبات^٢ ، نسجاً ذات غلف ثخينة ، تدعى نسج
 الاستناد ، وذلك بالاضافة الى النسج الاساسية التي اشرنا اليها سابقاً ، وتكسب هذه النسج
 الاعضاء التي تكون فيها صلابتها وقساوتها^٣ (الاعضاء الهوائية بصورة خاصة)^٤ .



(شكل ٥٩) نسج الاستناد

مقطع عرضاني في النسيج المتصمغ (الى اليسار) - مقطع عرضاني في النسيج المتخشب (الى اليمين)
 ١ - غلاف سللوزي ثخين ٢ - هبولى ٣ - نواة ٤ - فجوة ٥ - غلاف متخشب ثخين

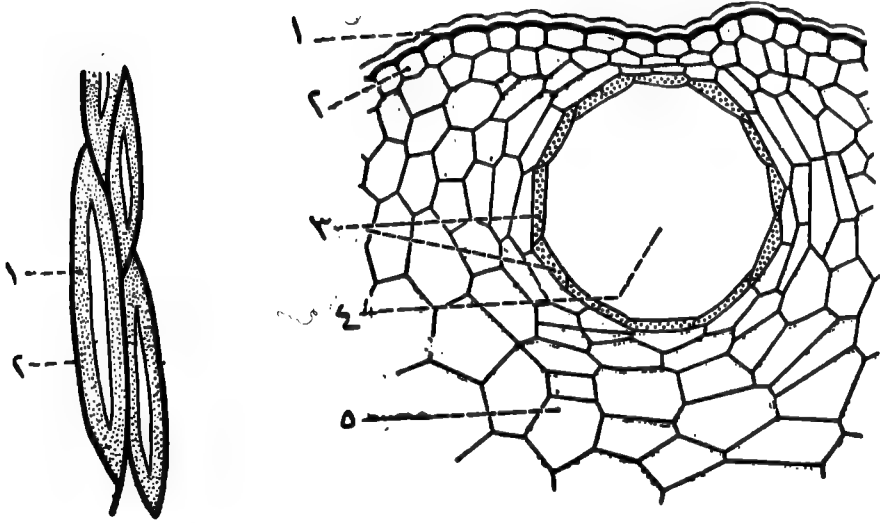
ونذكر من هذه النسج :

١ - النسيج المتصمغ : ويتألف من خلايا حية ، ذات غلف ثخينة سللوزية بحتة ،

وقد تراهم السللوز في زواياها على الخصوص ، وما النسيج المتصنف الانسجياً خاصاً قد منحت غلف خلاياه بالشكل الذي ذكرناه .

٢ - النسيج المتصلب : ويختلف عن النسيج المتصنف بطبيعة جدرانه الخلوية بصورة خاصة ، التي تخشبت واصبحت أكثر صلابة ومتانة ، ويعتبر النسيج المتصلب نسيجاً ميتاً ، لانعدام الهيولى في خلاياه المتخشبة . وما الاشواك ، ونوى الكرز والدراق الانسجياً متصلبة .

والالياف المتصلبة عبارة عن خلايا قاسية ، وقد تطاوت كثيراً .
ب - النسيج المفرزة :



شكل (٦١) جيب مفرزة في قشرة البرتقال

شكل (٦٠) الياف خشبية

١- غلاف متخشب ٢- ليف

١- قشرة ٢- بشرة ٣- خلايا مفرزة

٤- فراغ الجيب المفرز مملوء بالارواح ٥- نسيج خاص

نتراكم في هذه النسيج مواد لا يستفيد منها النبات ، وتعتبر كفضلات : ومنها الارواح التي توجد في الجيوب المفرزة ، كما في قشور البرتقال والليمون . وكذلك الراتنج الذي يوجد في القنوات المفرزة في الصنوبرات ، واللبن النباتي الذي يوجد في شجر المطاط الخ ..

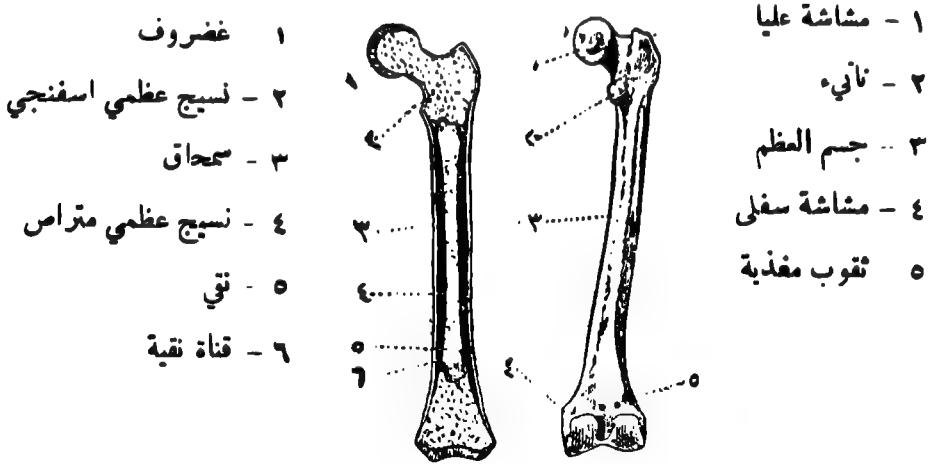
أجهزة الحركة في الإنسان

يقوم جسم الإنسان بوظائف عديدة يتصل بعضها مع الوسط المحيط به تدعى وظائف الاتصال . ويعمل على تنفيذ الوظائف هذه جهازان هامين هما . الجهاز الحركي الحاوي على الهيكل العظمي (الصقل) والعضلات والجهاز الحسي الحاوي على أعضاء الحس والجلدة العصبية فتدرسها بالترتيب التالي :

العظام والعضلات والجلدة العصبية والحواس .

العظام

العظام قطع صلبة بيضاء لا يقل عددها في الإنسان عن ٢٠٨ وبرأوس وزنها بين ٧ إلى



شكل (٦٢)

مقطع طولي في عظم طويل

عظم طويل

٨ كيلوغرامات تقع كلها تحت اللحم على عمق متفاوت لتتد إليها سائر الاقسام الرخوة في البدن وهي على ثلاثة أشكال : عظام طويلة ، وعظام مسطحة ، وعظام قصيرة .

١- العظام الطويلة : هي التي تقع في الاطراف كعظام العضد والساعد والفتخ والساق وتألف من جسم اسطوانى ومن نهايتين اضخم من الجسم تدعيان بالمشاشتين فيها سطوح ملس تلم فصل مع العظام المجاورة وسطوح خشنة ونوائى تركز عليها الاربطة والمضلات .
٢ العظام المسطحة : او المريضة يقاب فيها الطول والعرض على البعد الثالث وتقع حول الاجواف كمظام الجمجمة والكففين وعظام الحوض ولها وجهان انسي مقعر وحشي محدب .
٣ - العظام القصيرة : هي التي تتقارب فيها الابعاد الثلاثة وترى في العمود الفقري وفي معصم اليد ورسغ القدم .

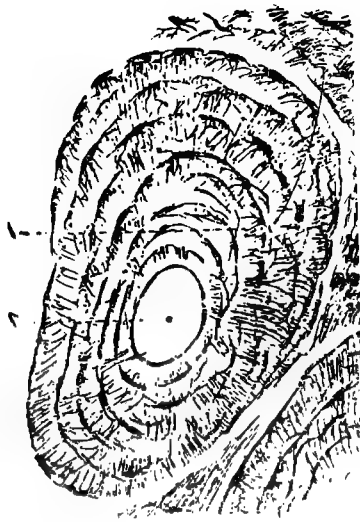
بنية عظم حي : اذا نشرنا عظماً طويلاً ، اجث حديثاً من جسم حيوان ، وكان النشر ماراً بمحور العظم رأينا فيه الاقسام الآتية :
السمحاق والنسيج العظمي المتراص في جسم العظم ، والنسيج العظمي الاسفنجي والنسيج الغضروفي في المشاشين ، ثم النقي (المخ) في القناة النقية .

١ - السحقاق : غشاء ضام لبني يحيط بالعظام ويلتصق بالنسيج العظمي بألياف تنفذ فيه بصورة مائلة وهو غني بالاووعية الدموية يتألف من طبقتين طبقة سطحية وطبقة عميقة وتسمى هذه الطبقة المولدة للعظم ، خلاياها نشيطة تصطنع المادة العظمية كما سنرى فيما بعد .

٢- النسيج العظمي الكثيف (المتراص) : لنصنع مقطعاً في نسيج عظمي كثيف لعظم طويل ثم لنبرده برذاً حتى يرق ويصبح شفافاً ولنفحصه تحت المجهر فنجد فيه :

أ - اقنية دقيقة تسمى اقنية هامرس تتراوح أقطارها ٣٠ - ٣٠٠ (شكل ٦٣ - ٦٤ - ٦٥) صفيبر وهي موازية لمحور العظم تتفاغم مع بعضها وتحوي على خيوط عصبية واوعية دموية متفرعة عن شريان يدخل الى العظم من الثقب المغذية .

ب - المادة العظمية : وتتألف من صفيحات عظمية تتكاثف حول اقنية هامرس ،



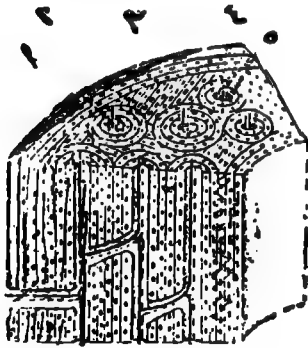
شكل (٦٣)

مقطع معترض في نسيج عظمي
١ - خلايا عظمية ٢ - قناة هافرس

حول النقي ، وتحت السمحاق ، ولشاهد في هذه
الصفائح الخلايا العظمية وهي خلايا مجردة
من غشاها الخلوي ، لها استطالات هيولية كثيرة
تصل باستطالات الخلايا المجاورة وتغذي بالدم الجاري
في أقنية هافرس . وإذا جف العظم اختفت هياكل
الخلايا العظمية وقام مقامها الهواء فتبدو في المجهر
بشكل نقط سود تتفرع منها خيوط دقيقة كأنها
الساكن استندت أطرافها شكل (٦٣) .

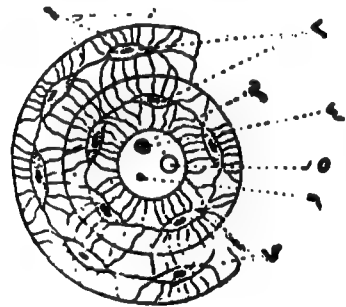
٣ - النسيج الاسفنجي : يتألف هذا النسيج
من حجب عظمية تحدد أجواء غير منتظمة مملوءة
بنقي احمر خلاياه غنية بخضاب الدم .

٤ - النسيج الغضروفي : يستمر مشاشي العظم
غضروف وهو نسيج أبيض لامع مرن مؤلف من



شكل (٦٥)

بنية رمزية لنسيج عظمي
١ - اقنية هافرس
٢ - سمحاق
٣ - خلايا عظمية
٤ - اوعية ٥ - صفائح عظمية

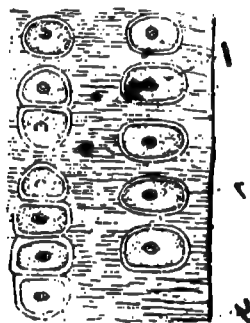
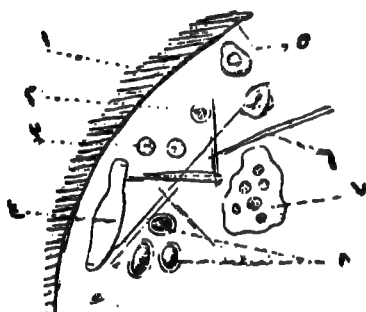


شكل (٦٤)

قناة هافرس مع خلاياها و صفائحها العظمية
١ - استطالات هياوية ٢ - خلايا عظمية
٣ - قناة هافرس ٤ - وريد
٥ - شريان ٦ - عصب
٧ - صفائح عظمية (مادة خلالية)

خلايا غضروفية مستديرة مثنى مثنى او اربعة تحيط بها محفظة تنمو وتنقسم وتفرز حول نفسها مادة خلالية مركبة من املاح معدنية بنسبة ٢ - ٣ ٪ ومن مواد شبيهة بالاح تستحيل بالتليان الى نوع من الهلام يدعى الغضروفين شكل ٦٦ .

نقي العظام : في باطن العظام الطويلة جوف يسمى القناة النقية فيه نقي ، اصفر في جسم العظم ، احمر في مشاشته . رمادي في الشيوخ ؛ متورد في الاطفال ويتألف النقي من شبكة ضامة رخوة فيها خلايا دهنية وشعريات دموية وخلايا مولدة للكريات الحمر تكون في البدء عديمة اللون ثم يرتشح فيها خضاب الدم . وتشاهد في النقي أيضاً كريات بيض مخملية الانواع منها نواتها على شكل سبحة وتدعى الكريات او الخلايا النقية ومنها نواتها مستديرة وتدعى بالبلغميات كما تشاهد فيه خلايا عرطلة (١٠٠ صغ) توسع القناة النقية بتخريبها المادة العظمية الباطنة .



شكل (٦٦) نسيج غضروفي نقي العظم

شكل (٦٧)

- | | | |
|-------------------------|----------------|-----------------------------|
| ١ - خلايا غضروفية | ١ - نسيج عظمي | ٢ - خلية مولدة لكريات حمراء |
| ٢ - محفظة غضروفية | ٣ - كريات حمر | ٤ - وعاء شعري |
| ٣ - مادة خلالية غضروفية | ٥ - كريات بيض | ٦ - شبكة ضامة |
| | ٧ - خلية عرطلة | ٨ - خلايا شحمية |

وللنقي وظائف هامة فهو ينقص من وزن العظام والعظم المجوف خفيف لكنه متين ، ويخزن الدهن ويصنع الكريات الحمر ويخرب المادة العظمية (لتوسيع القناة النقية) .

العظام المسطحة والعظام القصيرة : لهذه العظام طبقة خارجية مؤلفة من نسيج عظمي كثيف في باطنها نسيج اسفنجي فيه نقي احمر .

تركيب العظام الكيميائي : اجراء التجربتين : ادا وضعنا عظماً بضعة ايام في محلول حمض كلور الماء الممدد بقدر حجمه بالماء احتفظ العظم بشكله وتبدل قوامه فأصبح ليناً مرناً ينحني وينفلت بسهولة وقد سميت المادة التي يتألف منها في هذه الحالة بالعظمين وهي مادة آزوتية تنقلب بالفليان الطويل الى هلام (جلاتين) ويقدر وزنها بثلاث وزن العظم .

واذا كلسنا العظم في الهواء احترقت مادة العظمين وبقيت مادة معدنية بيضاء (انحدرت مع حمض كلور الماء في التجربة السابقة) تتركب من الاملاح التالية :

فوسفات الكالسيوم ٨٥ %

فحات الكالسيوم ٩ %

فوسفات الماغنسيوم ٢ %

فلوورور الكالسيوم ٤ %

(تزيد نسبة هذا الملح كلما شاخ العظم)



شكل (٦٨) مقطع عظم مسطح

١- سمحاق

٢- نسيج عظمي كثيف

٣- نسيج عظمي اسفنجي (نقي احمر)

وبقدر وزن المواد المعدنية هذه بثلاثي

العظم ويستدر كها الانسان والحيوان من

الاغذية فاذا افترقت الاغذية الى الاملاح

الكلسية بقيت العظام لينة وتشوّهت وحدث

فيها الخرع وقد غذي الحمام بفداء خال من

املاح الكلس فظهرت عليه علامات الخرع

وبصاب الرضيع بالخرع والكساح اذا حرم

من غذائه الطبيعي وهو اللبن الذي باملاح الكلس .

تكون العظام : عندما تتخلق المصنفة تكون العظام فيها مؤلفة من مجموعة من الخلايا

الضامة ثم تنمو على شكلين :

١ - تنقلب الخلايا الضامة مباشرة الى خلايا عظمية ويشاهد هذا الطراز من التعظم

في العظام الغشائية كمعظام قبة الجمجمة والاضلاع . ولا يتم تعظم القبة دفعة واحدة بل

تبقى فيها مناطق غشائية رخوة حتى بعد الولادة تسمى اليوافيخ .

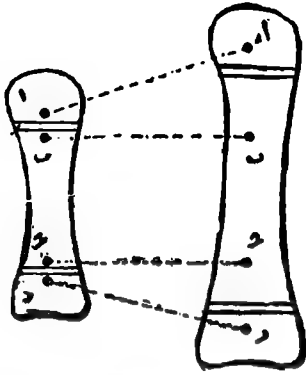
٢ - تنقلب الخلايا الضامة الى خلايا غضروفية وترشح المادة الخلائية بالغضروفين فيصلب العظم قليلا ويأخذ شكله النهائي ثم يتبدل الغضروف تدريجياً فنؤكل خلاياه ويحل محلها العظم . ويعرف هذا بالتعظم وتسمى هذه العثة من العظام بالعظام الغضروفية وتشمل القسم الاكبر من عظام الهيكل . ويتم التنظيم بظهور اوعية دموية شمعية من السمحاق تمتد من شريان اصلي مخترقة نسيج الغضروف ثم تعود الى الوريد المرافق للشريان فتكون عروة دموية في باطن الغضروف وتصلح هذه الاوعية بها خلايا ضامة تنسل منها وتهضم الغضروف في مناطق معينة محدثة كهوفاً تحيط بها عصابات غضروفية (الغضروف الذي لم يهضم) تتخضب تدريجياً بالاملاح الكلسية ، ثم تصطب الخلايا الضامة على جدران الكهوف وتحول الى خلايا عظمية تنشأ من اجتماعها سفيجة عظمية . ثم تتوضع خلايا ضامة اخرى في انسي الاول فتكون سفيجة عظمية ثانية تبطن الاولى وهكذا تتوالى الصفائح حتى تملأ الكهف وتصل الى محيطه به ، فتكون بذلك (قناة هافرس) وفي وسطها الوعاء وجهازها الصفيحي الذي يبدو في المقطع كدوائر متحدة المركز مركزها القناة .

ويبدأ التعظم في نقاط معينة تسمى نقاط التعظم وهي عادة ثلاث في العظم الطويل : نقطة في منتصف الجسم ونقطة في كل مشاشة ، ويستولي التعظم في المشاشتين والجسم بينما يتراجع الغضروف حتى ينحصر في قرصين : واحد بين الجسم والمشاشة السفلى والاخر بين الجسم والمشاشة العليا .

ويسمى القرصان بغضروفي الاتصال أو غضروفي النمو ، ويبقيان حتى السنة ١٨-٢٥ من العمر حيث يستولي عليها التعظم نهائياً . أما محور العظم الغضروفي فيؤكل دون ان يحل محله شيء فتتكون بذلك القناة النقية التي تنفذ اليها الاوعية والاعصاب من الثقوب المخفية فتملأها .

١ - نموها طولاً : لندخل في جسم عظم طويل من حيوان حي اربعة مسامير يحاذي كل مسبار منها وجهاً من وجوه غضروفي الاتصال كما في الشكل (٦٩) ثم لننتظر مدة فنلاحظ ان المسافة التي تفصل المسبارين المشاشين عن المسبارين الجسامين تطول بينما تبقى المسافة بين المسبارين الجسامين ثابتة لا تتبدل . يستنتج من هذه التجربة ان

استطالة العظم حدثت على وكس النسيج الغضروفي الذي انقلبت طبقاته الجديدة النشوء



من جهة المشاشة او من جهة الجسم ، الى عظم
بينما بقي نمخن غضروفي الاتصال ثابتاً ، وان
العظم متى تكون لا يستطيع النمو ، وفي السنة
١٨-٢٥ من العمر يستولي العظم على غضاريف
النمو نفسها فيقف بذلك الطول عنده النهائي.
ولا يخفى مالتارين الرياضية العنيفة والاجهاد
من شأن في تعجيل تعظم الغضاريف للنشاط
الذي تحدثه في الدوران الدموي .

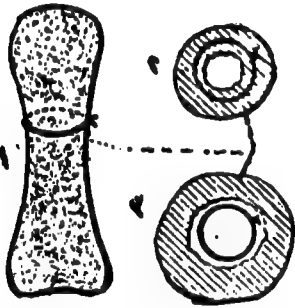
شكل (٦٩) نمو العظام طولاً

نمو العظام طولاً

٢ - نحوها عرضاً: لوحظ منذ سنة ١٧٤٠

انه اذا مزج طعام الخنزير بمادة ملونة حمراء

كالفوة (الثورالس) مثلاً تلونت عظامه باللون الاحمر . وفي سنة ١٧٤١ كرر (دوهامل)



شكل (٧٠)

نمو العظام عرضاً

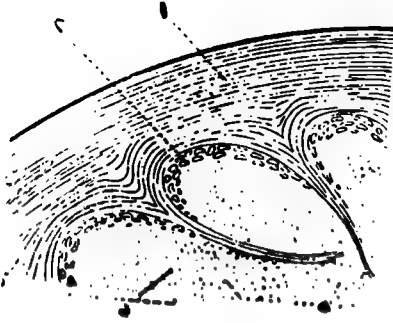
هذه التجربة في خنزير ، بيد انه كان يطعمه تارة
طعاماً ممزوجاً بمادة الملونة واخرى طعاماً
بدون مادة ملونة فوجد في عظامه بعد قتله دوائر
حمراء تفصلها دوائر بضاء ، تتفق الاولى مع
زمن التغذية بالطعام الملون بينما توافق الثانية
زمن التغذية بالطعام المجرد من اللون . ثم اجري
(دوهامل) تجربة اخرى في حمامة فشد الى
جسم احد عظامها سلكاً من الفضة شداً وثيقاً

(شكل ٧٠) حتى جاز السمحاق ثم فتش عن

السلك بعد مدة فوجده في القناة النقية وكذلك ١-٢-٣ - سلك فضي وادوار اجتيازه للعظم
لو وضعت تحت السمحاق في عظم من عظام الارنب ابرة معدنية فاننا نجد بها بعد مدة في النقي .

يتبين من هذه التجارب التي ابدتها فلورانس ان العظم ينمو بتكون طبقات عظمية حديثة
على سطحه ويؤتكل من جهة النقي بفضل الخلايا النقية التي مر ذكرها . وقد قطع الدكتور
(اوليه) شريحة من السمحاق من ظنبوب ارنب وطعم بها ناحية اخرى من نواحي

جسمه الرخوة فوجد ان الشريحة عاشت وحدثت عظماً . فالسمحاق اذن هو الذي يحدث



العظم بفضل خلايا طبقته الباطنية التي تسمى بالخلايا المولدة للعظم ، ويسبرهن على ذلك بالتجربة التالية : نطلع من عظم شريحة من السمعاق ونترك عاقفة بالعظم من قائمتها .

ثم نحاط الجلد ويترك الحيوان شهراً فيلاحظ بعدها ان العظم لم ينم في المنطقة التي قلع عنها السمعاق وان وجه الشريحة السحمافية الباطن اقلب ذبيجاً عظيماً .

ويستفاد من خاصة السمعاق هذه في شفاء

شكل (٧١) بنية السمعاق
١- طبقة السمعاق اللينة ٢- الطبقة المولدة
٣- نسيج عظمي كثيف

الكسور وصنع الطعوم العظيمة. ولندكر الى جانب ماتقدم ان للفدة الدرقية شأناً كبيراً في نمو العظام اذ يوقف استئصالها هذا النمو كما ان للفيتامين A تأثيراً في نموها .

كسور العظام

قد يتعرض جسم الانسان ، بسبب سقوطه من علو شاهق او اصطدام ، الى كسر احد عظامه او كسر عدد منها ، فينبغي في الحالة هذه تثبيت الطرف او القسم المصاب وتوقيفه عن الحركة والعمل . وبعد ذلك يستدعى الطبيب فوراً .

فيقوم الطبيب بعملية رد الكسر وتجبيره اي يرجع نهايتي العظم المكسور الى تماس بعضها بعضاً ويثبتها باحكام . فيحصل في مكان الكسر نشاط بفضل عناصر السمعاق والتي يؤدي الى تكون سد عظمي فيه يدعى الدشبذ cal الذي يظهر عادة على الصورة الشعاعية بعد بضعة اسابيع من تثبيت الطرف المكسور ووضعه في الجبس ؛ وبه يلتئم القبان المكسوران ويصبح العظم قوياً متيناً .

ويستطيع الطبيب الجراح ايضاً تحقيق التسوية بفضل لوابب ولوحات معدنية تجمع الالاقسام المكسورة بتماس بعضها بعضاً ويدعى هذا النوع من رد الكسور الاستجدال .

واذا فقد المصاب بالكسور قطعة كبيرة من نسيجه العظمي ، يعمد عندئذ الجراح الى تطعيم عظمي : فيقوم بنزع صفيحة عظمية عليها طبقة السمحاق من عظم آخر وينرسها في المكان المصاب ؛ فتعمل قطعة العظم هذه على توليد نسيج عظمية جديدة بفضل نشاط جديد في التعميم .

المفاصل

تصل العظام ببعضها بوجود اماكن الارتباط تدعى المفاصل وهي تدم العظام بمحركات مختلفة . وتقسم بالنسبة الى هذه الحركات الى ثلاث فئات :

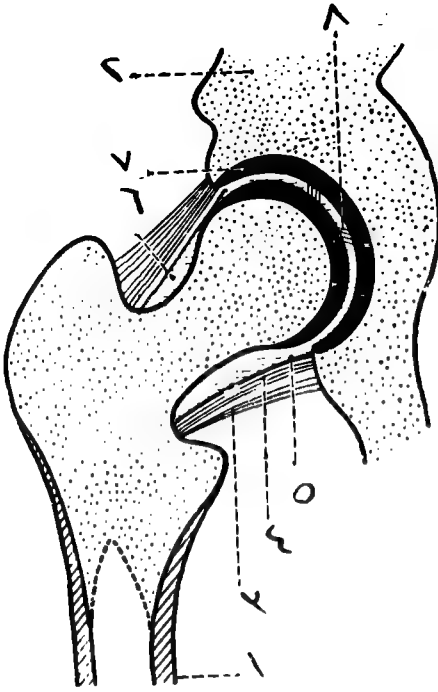
١ — المفاصل عديمة الحركة : وبرز مثال عنها دروز عظام قحف الجمجمة ؛ وهي على شكل اسنان تتداخل مع بعضها وتجعل قطع العظام ثابتة .

٢ — المفاصل نصفية الحركة : منها مفاصل الفقرات ، وهي على شكل اقراص ليفية غضروفية مرنة تسمح بمحركات محدودة المدى .

٣ — المفاصل المتحركة : اذا شرحنا مفصلا في ركبة خروف او عجل مثلا لنشاهد فيه اربطة تجمع بين سطوح عظمية مقعرة ومسطحة :

أ — اعضاء ربط العظام : اننا نجد في الركبة مثلا اربطة العظام تتوضع منفصلة عن بعضها وازاها تجتمع في محفظة مفصليّة في الورك مثلا . واذا قطعنا احد الاربطة نجد أن العظام لا تتفكك ولا تنفصل عن بعضها ولكنها تبقى متماسكة بتأثير الضغط الجوي . واذا شددنا على العظام نجد ان سطوح التماس تباعد عن بعضها بعضاً وتظهر لنا اربطة مفصليّة داخلية بالاضافة الى الاربطة الخارجية .

ب — سطوح التماس : ان كلاً من نهايتي العظميين التماسين يتداخل في بعضها بعضاً ويقال ان السطحين المفصليين متوافقان وقابلان للتطابق . ونجد منها على شكل ~~صكرة~~ صكرة في الكتف والورك مثلا ومنها على شكل بكرة هي الركبة والمرفق ومنها على شكل محور في فقرة الفائق بمفصلها مع الفقرة . ويكسو السطحين المفصليين غضروف املس ومرن يخفف بمروته ، الاحتكاكات ووطأة الاصطدام .



مفصل متحرك في الورك

- | | |
|------------------|-------------------|
| ١ - عظم الفخذ | ٢ - عظم الحوض |
| ٣ - اربطة خارجية | ٤ - محفظة مفصليّة |
| ٥ - غشاء آحي | ٦ - آح مفصلي |
| ٧ - غضروف مفصلي | ٨ - رباط داخلي |

وعندما تقطع الاربطة الخارجية
يسيل من المحفظة سائل زيتي براق يدعى
الآح المفصلي الذي يعمل على تسهيل الحركة
وانزلاق النهايتين المفصليتين . والآح
المفصلي هذا يفرزه غشاء ضام يعطن
المحفظة المفصليّة .

اصابات المفاصل

قد تنزل القدم مثلاً نتيجة التمزق
المدوّ او المشي فتتمدد الاربطة المفصليّة
او تتمزق دون ان تخرج سطوح المفاصل
من مكانها فتدعى هذه الاصابة الوثي .
وقد يتضاعف الوثي بانفصال نهايتي
المظليين المتداخلين فيحدث خلع المفصل
او الخلع .

وقد رافق هاتين الاصابتين انصباب
السائل الآحي في المفصل مع انصباب
دموي .



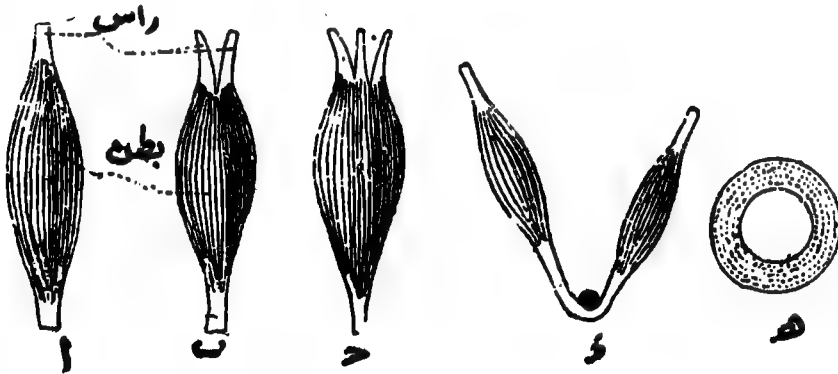
العضلات

العضلات هي الاعضاء الفاعلة في الحركة بينما تعتبر المظام اعضاء منفعة فيها ، وتنجم عن تقلصها قوة تؤثر في المنطقة التي تتركز عليها العضلة (الارتكاز المتحرك) من المظم ، فتحركها كما تحرك القوة ذراع الرافعة . او انها بتقلصها تضيق الاجواف التي تبطنها ، كالقلب والاوعية . وتؤلف العضلات القسم اللحمي من الجسم ، ويقدر وزنها في الانسان وسطياً بثلاثين كيلو غراماً . فاذا اعتبرنا الوزن المتوسط للانسان (٧٠) كغ كان وزن العضلات ٣/٧ وزن البدن او مايقارب من نصفه ، وقد قدر بعضهم وزنها بثلاثي وزن الجسم .

« تسريح العضلات »

العضلات ثلاثة انواع :

١ - عضلات حمر مخططة : وهي عضلات تقلصها ارادي وسريع كمضلات الاطراف .



شكل (٧٢) اشكال العضلات

أ - عضلة مفزلية . ب - ذات رأسين . ج - ذات ثلاثة رؤوس
د - ذات بطنين . هـ - عضلة دائرية

- ٢ - عضلة القلب وهي حمراء ومخططة ولكن تقلصها لا يخضع للإرادة .
٣ - عضلات بيضاء او ملساء وتقلصها غير ارادي وبطيء كمضلات الامعاء .

١ - العضلات المخططة :

شكلها : مقزلي في الغالب ، فالقسم المتسع الاحمر فيها يسمى بطن العضلة ونهايتها البيضاء وتان الضيقتان تسميان بالوترين : وهما ليفيان مرنان ترتكز بهما العضلة على المظام ، وقد تحوي العضلة احيانا وترين في نهاية واحدة فتسمى ذات الرأسين او ثلاثة اوتار فتسمى ذات الرؤوس الثلاثة او اربعة اوتار فتدعى ذات الرؤوس الاربعة وقد يكون للعضلة الواحدة بطنان متصلان بوتر متوسط كالعضلة ذات البطنين الذقنية التي تخفض الفك السفلي . وقد

تكون العضلة دائرية او حلقية تحيط

بفوهة فتسمى المصرة كصرة الشرج

او تكون بشكل مروحة ، او

بشكل ستار عريض .

بنيتها : انصنع قطاعاً عرضياً في

بطن عضلة ولدقق فيه ، فنشاهد حول

البطن غلافاً ضاماً مرناً يدعى صفاق

العضلة يبعث بحجب الى باطن العضلة

فيقسمها الى مساكن صغيرة تسكنها

حزم من الالياف العضلية المخططة .

ويحيط بكل حزمة غشاء ضام رقيق ، فينقسم كل مسكن هكذا الى حجيرات ، في كل

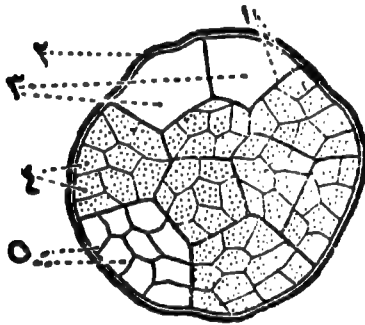
حزمة . وتتضح هذه البنية في لحم البقر المتلي . فالعضلة اذاً مجموعة من الالياف

العضلية ، يعتبر الليف العضلي المخطط المنصر الاساسي فيها .

الليف العضلي المخطط : فحص مجهرى بمدغلي قطعة من اللحم . هو خلية ضخمة طولها

٤ سم وعرضها ٤٠ - ٥٠ صغيراً . يحيط بها غشاء يدعى غشاء الليف العضلي وفيها هيولى

تدعى الهيولى العضلية وفي الهيولى مكثفات من الدم ومولد السكر ، ويرصعها في المحيط



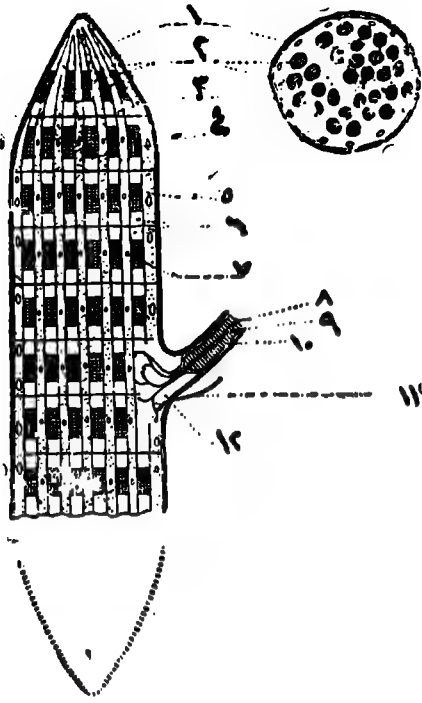
(شكل ٧٣)

مقطع عرضي في عضلة

١ - حجب ضامة ٢ - غشاء العضلة ٣ - مساكن

٤ - حزم ليفية ٥ - حجيرات عضلية

عدد من النوى مما يثبت ان هذه الخلية العملاقية تألفت من اجتماع عددمن الخلايا الصغيرة.



شكل (٧٤) ليف عضلي مخطط

- ١- غشاء الليف ٢- ألياف ٣- هيولى
- ٤- نوى محيطية ٥- قرص عظم ٦- قرص نير
- ٧- نوى عضلية ٨- محور اسطوانى ٩- نخاعين
- ١٠- غمدشوان ١١- خيط عصبي ودي
- ١٢- لوحة محرّكة

ويتكشف قسم من الهبولى في باطن الليف بشكل اعمدة (٦-٨) ممتدة من قطب الليف الواحد الى قطبه الآخر تدعى اللييفات وتقسّم اللييفات حجب دقيقة عرضية ، الى قطع متساوية في كل قطعة منها قرص عظم يفصل بين قرصين نيرين . والقرص العظم قابل للتقلص بينها القرص النير مرّن . وتصطف الاقراص في الليف صفّاً تتحاذى فيه الاقراص المتأثلة فيبدو الليف مخططاً وهذا ما دعى الى تسمية هذا النوع من العضلات بالعضلات المخططة .

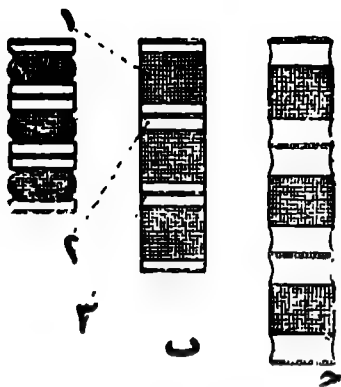
يرد الى كل ليف عضلي خيط عصبي ينفذ من غشائه من نقطة تسمى اللوحة المحركة (٣٠-٤٠ صغ) ويتفرع محور العصب الاسطوانى اغصاناً عديدة تتصل باللييفات مباشرة فتنتقل اليها الاوامر الحركية ، فاذا قطع العصب شلت العضلة . ويرشح خضاب الدم في الليف العضلي المخطط ، فيلونه باللون الاحمر .

تركيب العضلات الكيمياءى :

تتركب العضلات كيمياءياً .

١ - من ماء بنسبة ٧٥ ٪

٢ - من مواد آحينية وشبيهة بالآح بنسبة ٢١ ٪ واشهر هذه المواد المضلين . واذا فرمنا عضلة وعصرناها في الدرجة ١٠ ° من الحرارة سالت منها عصارة (المصاراة العضلية)



شكل (٧٥)

لييفة عضلية

- أ - في حالة التقلص ب - في حالة الراحة
ج - في حالة التمدد ١ - قرص عثم
٢ - قرص نير ٣ - خط عثم

تدعى المصورة او الهيولى العضلية تشبه مصورة الدم ، تتخثر بالحرارة لترسب المضلين منها ، وتشبه هذه الحادثة تخثر الدم .

٣ - من املاح معدنية بنسبة ١ ٪ .

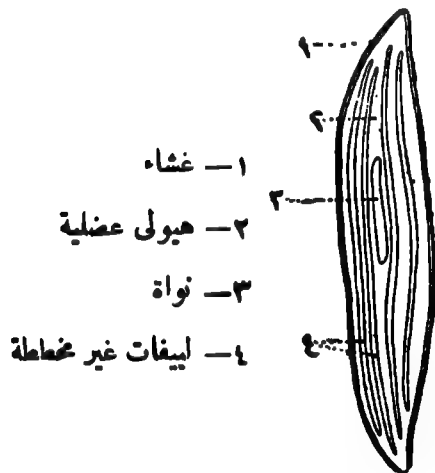
٤ - من صباغ يدعى خضاب الدم العضلي

٥ - من مولد السكر ومولد الفسفور (فوسفاجين) بنسبة ١ ٪ .

اجراء تجربة تبين وجود مولد السكر (١)

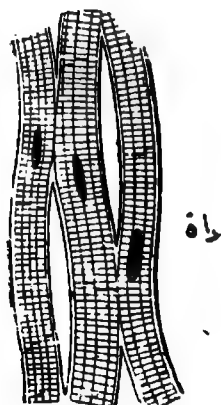
وقد تضاف الى هذه المواد مواد اخرى

نتج عن العمل العضلي كحامض اللبن ، او عن تضاد التمثيل العضلي كالكره آئين والكره آئينين وحامض البول والبوله .



شكل (٧٧)

ليف عضلي امليبي



شكل (٧٦)

الياف عضلية قلبية

(١) اسحق عضلات ضفدع عبيطة مع قليل من الرمل في جرن ثم اضع اليها ماء غالبا ورشها . ثم اضع الى السائل المرشح قليلا من ماء اليود الذي يكسبه لوناً اسمر فاقم يدل على وجود مولد السكر .

٢ عضلة القلب : هي عضلة حمراء مخططة لا تخضع للإرادة ، اليافها متفصنة تتفاغم مع بعضها . في كل ليف منها نواة واحدة . وتحتن الليف خطوط عرضية اضافية تجعل منظره سدياً وتدعى الخطوط السمية .

٣ - العضلات الملس : في جدران الانبوبة الهضمية والمثانة والاوعية عضلات ، لا يخضع تقلصها للإرادة ، وليس فيها تخطيطات مشابهة لما ذكر ، سميت العضلات الملس . والليف العضلي الملس خلية كبيرة مفزلية طولها ٤٠ — ٢٠٠ صغير فيها هيولي عضلية ونواة ولها ليفات مجردة من الاقراص العتمة والنيرة . ينفذ اليها الخيط العصبي بشكل شبكة او زر . والتقلص في العضلات الملس بطيء لكنه قوي ومستمر فهي التي تغلق بقوة مصراعي السليج وما شابهها .

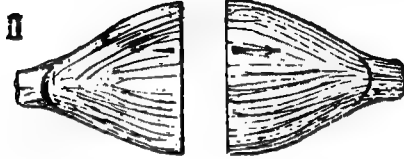
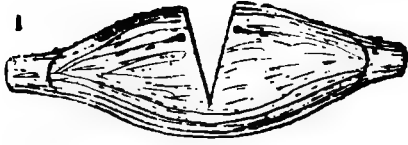
اغلاقا : الليف العضلي خلية كبيرة تميزت فأصبحت قادرة على التحريك ثم استطاعت وغدت هيولاهما بشكل ليفي . وتعمل العضلات المخططة على ضمان الحركة بينما تعمل العضلات الملس على ضمان التغذية .

فيزيولوجيا العضلات

أ - خواص العضلات

تنصف العضلات بأربع صفات اساسية : المرونة ، المقوية ، التنبه ، التقلص .
اولاً — المرونة : لتشد عضلة شداً معتدلاً ثم لنتركها فنرى انها تعددت بالشد ثم عادت ببطء الى طولها الاصلي بعد زوال الشد ، فنقول انها مرنة مررتها تامة ببطئ . ولهذه المرونة حدود اذا تجاوزناه كصررت العضلة وتمذر رجوعها الى طولها الاصلي . مثلاً اذا ربطنا الى عضلة من ساق ضفدعة ثقلاً وزنه ٥٠ غراماً ثم ازلناه فان العضلة لا تعود الى حالها الاصلي بل تبقى متمددة . وليست هذه الخاصة صفة فيزيائية بحتة ، فهي تتعلق بتنفيذ العضلة وتزول بعد الموت وتفتيد في التخفيض من عنف الحركات الفجائية وفي تسهيل العمل العضلي .

ومقر المرونة الاقراص النيرة اذ تطول اثناء الشد بينما تبقى الاقراص المتممة بطولها الاصلي .



شكل (٧٨)
المقوية العضلية

ثانياً — المقوية : لنقطع عضلة في حالة طبيعية فنرى ان طرفيها يتباعداً، واذا كان القطع في الوتر قصرت لعضلة مقداراً قليلاً وتعتبر هذه الحادثة خاصة حيوية ، سميها المقوية . يديرها عصب العضلة المحرك فلو قطع العصب ثم قطعت العضلة بعمده لبقى طرفا القطع متلاصقين ولاسترخت العضلة . وللمقوية شأن كبير في توليد الحرارة العضلية وفي تحديد شكل العضلة وقوامها الطبيعيين .

ثالثاً — التنبيه : تحيب العضلة على التنبيه بالتقلص . وتنبيهها عوامل مختلفة تنحصر في الزمر التالية :

المنبهات الآلية : هي الوخز والقرص والضغط وتحدث كلها تقلصاً في العضلة .

المنبهات الحرارية : تنبه العضلة بتبدلات الحرارة المفاجأة .

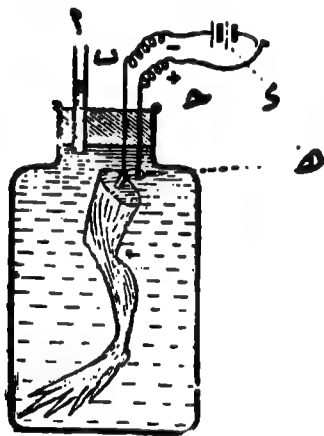
المنبهات الكيميائية : تنبه العضلة بحامض محدد (بنسبة ١٠ ٪) او بحلول الامونياك او بقليل من الملح .

المنبهات الكهربائية : هي افضل المنبهات لسهولة تنظيمها شدة وزمنياً . وهي تحدث وتتوقف بحسب الطلب .

وتنبيه العضلة بالتيار المتواصل، او بتيار المكثفات ، وينبغي لحدوث التنبيه تبدل في شدة التيار او في قوته المحركة ، فلا تقلص العضلة في اثناء مرور التيار فيها ما دامت الشدة والقوة المحركة ثابتتين . وللتيار المحرض او المحرض المنطلق من وشيعة ، تأثير مماثل . فحدث ، في كل مرة تفتح فيها الدارة المحرزة او تغلق ، موجة كهربائية محرزة (موجة انفتاح وموجة انغلاق) تنبه العضلة . ويشترط ان لا تقل شدة التيار الناتج عن

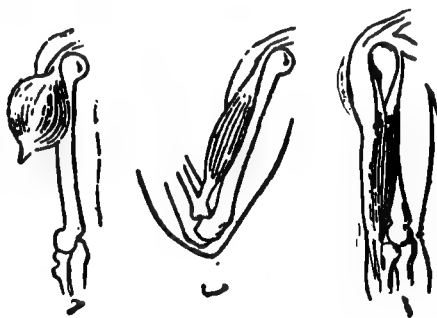
حد معين يدعى عتبة التنبيه ، فإذا كانت دون هذا الحد لا تنقلص العضلة وتزيد سعة التقلص بنسبة زيادة شدة التيار ، حتى تبلغ السعة حداً تقف عنده مها زادت الشدة بعد ذلك. ويدعى هذا الحد التنبيه الاقصى . ولمدة التنبيه شأن في مدى الجواب . فيجب كلما قصرت مدة التنبيه ، ان تزيد شدة التيار للحصول على نفس الجواب وبالعكس . وتختلف مدة التنبيه باختلاف نوع العضلات فهي طويلة في العضلات البطيئة التقلص ، وقصيرة في العضلات السريعة التقلص كما في عضلاتنا المخططة الارادية ، وفي عضلات الضفدع اللس حيث تكون من فئة معشار (واحد من الالف) الثانية . وقد سميت المدة اللازمة لتقلص عضلة معينة كرونا كسيا العضلة .

المنبه الفيزيولوجي (الفرزي) : ان السيالة المصبية هي المنبه الطبيعي للعضلات وتصدر عن المراكز المصبية وتنقل بواسطة العصب المحرك حتى تصل الى العضلات .
وابعاً قابلية التقلص : متى اثر منه في عضلة ، تقلصت ، فالتفتخت وبقي حجماً ثابتاً فاذا قلصنا مثلاً بفعل ارادتنا ذات الرأسين المضنية فانها تقصر وتطف الساعد على المضد



شكل (٨٠) التقلص لا يبدل حجم العضلة

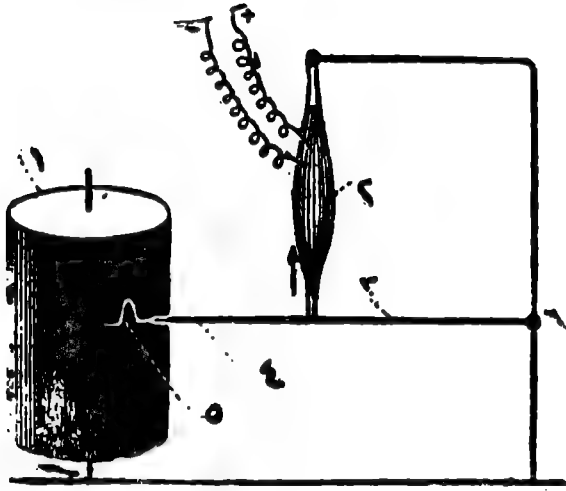
- أ — انبوب يبين مستوى السائل
ب — قطبا مولد د — مولد
ه — العصب المحرك



شكل (٧٩)

- أ — العضلة ذات الرأسين في اثناء الراحة
ب — في اثناء التقلص
ج — تقلصها بعد قطع الوتر السفلي

ويزيد قطارها وصلابتها . ويبلغ القصر فيها ثلث طولها الاصلي ؛ واذا كان احد طرفيها حراً بلغ القصر فيها ثلثي الطول او خمسة اسداسه . ونبرهن على ثبات الحجم أثناء التقلص بالتجربة التالية : لناخذ القارورة ولنضع فيها ساق ضفدع ثم نملأها ماء ولنسدها بسدادة يمر منها انبوب زجاجي يحدد سوية الماء فيها بعد ان نكون قد وصلنا عصب الساق ، بعد تجربته ، بقطبي مولد كهربائي ثم لنمرر التيار فنرى ان عضلات الساق تتقلص بدون ان يتبدل سوية الماء في الانبوب .



ب-درس التقلص العضلي التجريبي
المسجل العضلي : (ميوغراف)
يدرس التقلص العضلي بدقة
بواسطة جهاز مسجل يدعى
المسجل العضلي يتألف من لوح
خشي تثبت عليه ضفدع
جرد وتر من اوتار ساقه ،
ومن رافعة يربط بها الوتر من
جهة ، وتنتهي من جهتها
الى اخرى بكرة ، تستند الى
اسطوانة مسجلة مطلية بالهباب

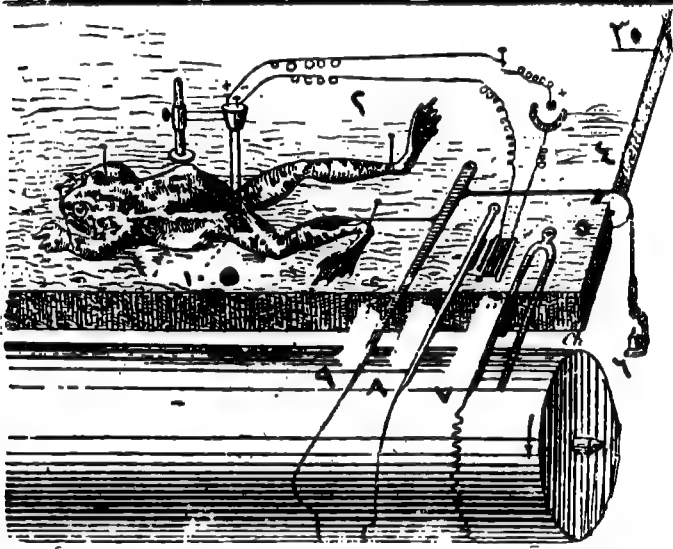
شكل (٨١) ترسيم مسجلة

- ١- اسطوانة مسجلة ٢- عضلة ٣- رافعة متحركة حول نقطة
- ٤- ابرة كاتبة ٥- النفضة العضلية

تتحرك حركة متساوية منتظمة . وتمود الرافعة الى وضعها الاصلي بعد كل تقلص بواسطة خيط يربط الى ذراعها ، امام مكان ربط الوتر . وينتهي الخيط بعد ان يمر في بكرة بثقل خفيف .

ويحدث التنبه العضلي في هذه التجربة بطريقتين : اما ان يجرى العصب الوركي الذي يحرك عضلات ساق الضفدع ، ويوصل بمنبه مؤلف من سلكين معدنيين ينتهيان على قطبي مولد ، وتدعى هذه الطريقة طريقة التنبيه الممتف ، او ان توصل العضلات مباشرة بالسلكين المنتهين بقطبي المولد فتدعى طريقة التنبيه المباشر ، ويمين زمن وصول التنبيه

الكهربائي الى العضلة بواسطة مشعر كهربائي ، وهو رافعة مجهزة بقطعة من الحديد اللين توضع امام قطب مغناطيس كهربائي وتنتهي بارة تستند الى الاسطوانة المسجلة فتصبح لدينا دائرة يهبط فيها التيار من قطب المولد السالب ماراً بالمغناطيس الكهربائي ثم بالمتنبيه ليمود الى قطب المولد الموجب ، فاذا اغلقنا الدارة بقاطعة جذب المغناطيس ذراع المشعر الذي يسجل على الاسطوانة خطأ ، بينما تكون العضلة في الوقت نفسه اخذت



شكل (٨٢) مسجل عضلي - درس التفضية العضلية

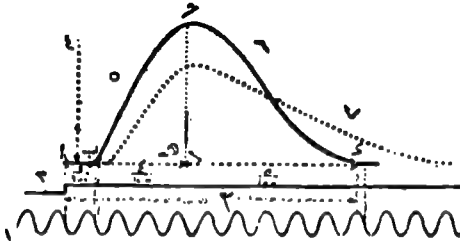
- ١ - عضلة ٢ - متنبيه ٣ - قاطعة ٤ - بكرة ٥ - مغناطيس كهربائي
٦ - ثقل ٧ - رنانة ٨ - مشعر ٩ - رافعة ١٠ - عصب وركي

بالتقلص . وتضاف عادة الى هذا الجهاز رنانة لتعيين الزمن ، فتنتهي ساق الرنانة بارة ايضاً على الاسطوانة المسجلة التي تسجل اهتزازات الرنانة ، ويدل كل اهتزاز منها على جزء من مئة من الثانية .

يبدو التقلص العضلي في هذا الجهاز بشكلين اساسيين : اما ان يصل الى العضلة تنبيه واحد فتجيب عليه بنقضة واحدة او ان تصل اليها تنبيهات متوالية فتجيب عليها بالكنزاز الفيزيولوجي او التجريبي .

النفضة العضلية : اذا سدت الدارة الكهربائية السابقة الذكر ، يصل الى العضلة تنبيه واحد فتقلص ، وترسم الرافعة خطاً يبيناً لهذا التقلص ، نستنتج منه المعلومات التالية :

١ - لا تحيب العضلة فوراً على التنبيه بل يمر زمن قبل الجواب يقدر بـ $\frac{1}{100}$ من



شكل (٨٣) منحنى 'النفضة' العضلية

١ - الزمن الضائع ب ج - دور التقلص المتزايد

ج د - دور الارتخاء د ه - سعة التقلص

٧ - منحنى التعب

الثانية يسمى الزمن الضائع (أ ب) .

٢ - تقلص بعد ذلك فتقصر الى

حد اقصى (ج) ويدعى هذا الدور

دور التقلص او دور القدرة المتزايدة

ومدته $\frac{4}{100}$ من الثانية (ب ج) .

٣ - تسترخي العضلة فتعود الى

طولها السابق (د) ويسمى هذا الدور

دور الارتخاء او دور القدرة المتناقصة

ومدته (ج د) اطول من مدة الدور السابق اذ تبلغ $\frac{5}{100}$ من الثانية وتكون بذلك مدة

النفضة الكاملة في هذه التجربة عشر الثانية . والمسافة ه ج هي سعة النفضة التقديرية اذ

يجب ان نحسب لتقدير سعة النفضة الحقيقية حساب طول ذراع الرافعة في المـجـل .

محولات النفضة : يتبدل شكل المنحنى البياني السابق الذكر بموامل كثيرة نذكر منها :

١ - شدة التيار : اذ تزيد سعة النفضة او تنقص زيادتها او نقصانها ، بيد ان زيادة

السعة تقف عند حد معين ولو استمرت الشدة في الزيادة .

٢ - التعب العضلي : يزيد الزمن الضائع في العضلة التعب وتنفص السعة وتطول مدة

الاسترخاء ويسمى المنحنى البياني هنا منحنى التعب .

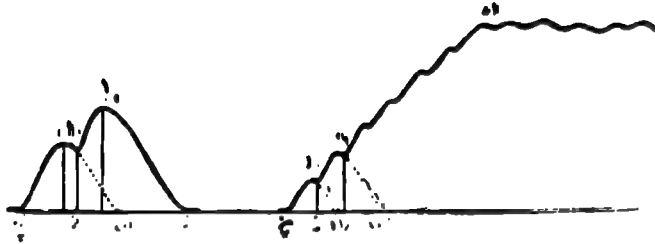
٣ نوع الحيوان : ان مدة النفضة العضلية الكاملة نابعة لنوع الحيوان المستعمل

في التجربة فهي في الحشرات ٣ ٪ من الثانية ، وفي الطيور ١ ٪ وفي الـبـأـثـن ١ ٪ وفي

السلحفاة ٢ ٪ وفي الرخويات « النواعم » ثانية كاملة ويبدو ان قـرـا التقلص في الافراس

المسمة ، التي تتكور أثناء التقلص وتقصّر ويزيد عرضها . بينما تبقى الاقراص النيرة على حالها دون اي تبديل .

الكزاز الفيزيولوجي : اذا نبهنا عضلة تنبيهات متوالية متقاربة بتبديل منحني التقلص فيها . فاذا وصل التنبيه الثاني الى العضلة وهي في دور ارتخائها استأنفت تقلصها بسمة اطول من سمة التنبيه الاول ، واذا توالى التنبيهات دوماً في زمن الارتخاء اجابت العضلة بتقلصات



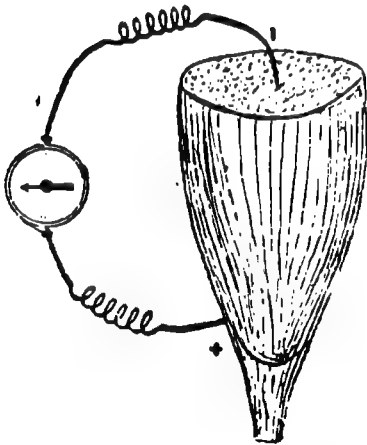
شكل (٨٤)
مخطط الكزاز التجريبي

ذات سمات متزايدة حتى تصل السمة الى حدها الاقصى ، فتحتفظ به حتى يدركها التعب ، ويقال آنئذ ان العضلة في كزاز ناقص . واذا وصلت التنبيهات الى العضلة وهي في دور التقلص « دور القدرة المتزايدة » زادت السمة وبلغت اقصاها وسجلت الابرّة على الاسطوانة خطأ بيانياً افقياً ، فيقال ان العضلة في كزاز تام والحصول على الكزاز التام هذا ، نستعمل في تنبيه العضلة وشيعة تحريض مجهزة بصفيحة رجافة تنبه العضلة بموجات كهربائية محرّضة ، تتولد عند اغلاق الدارة وعند فتحها ، وتتوالى هذه الموجات بسرعة عظيمة تتفق مع سرعة الصفيحة الرجافة ، بيد ان هذا التيار المتناوب اذا زاد تواتره نقص تأثيره فالتيار المتناوب يمت اذا كان تواتره ٢٠٠ ، وينعدم تأثيره اذا جاز تواتره ١٥٠٠ فاذا مر تيار ذو تواتر عالي ، من جسم انسان يمسك بين اصبعيه قطبي مصباح كهربائي ، استنار المصباح بدون ان يشعر الشخص بمرور التيار . ويستفاد من هذه التيارات في الطب لمعالجة بعض الامراض . وينبغي للحصول الكزاز التام في الانسان والارنب ان يكون تواتر التنبيه اربعين مرة في الثانية والمفص كزاز مؤلم غير ارادي .

القدرة العضلية

بعد ان عرفنا ما يتعلق بخواص العضلات وآلية عملها نسرّد الآن النتائج التي تنشأ من التقلص العضلي اذ يلاحظ باستمرار ان كل تقلص عضلي يولد حرارة وعملاً وقدرة كهربائية الطّوّارة : تظهر الحرارة المنتشرة من العمل العضلي بوضوح عقب التمارين الرياضية . وترتفع درجة حرارة الجسم عامة درجة واحدة عقب ساعة من المشي السريع . كما يمكن ملاحظة سخونة الدم العائد من العضلات العاملة . وهناك مقاييس حرارة حساسة تقدر السخونة التي تنتج عن تقلص العضلات . وللحرارة العضلية شأن في تنظيم حرارة الجسم . العمل : تنتج العضلة بنقلها قوة محدث عملاً كأن ترفع ثقلًا او تحرك عضواً او تنقل حملاً . ويقدر العمل بمجداً القوة في الانتقال . ويزداد العمل فيصبح اعظماً حينما يكون تقلص العضلة على اشده . ويمكن تقدير القوة العضلية بمعرفة الثقل الذي يوازى جهد التقلص الأقصى .

القدرة الكهربائية : وهي ضئيلة ولكنها سهلة القياس اذ تبدي العضلة فرقاً في الطاقة



شكل (٥٨)

بين سطحها وباطنها بقدر في حالة الراحة بحدود فولط ، لذا يمر تيار في مقياس غلفاني وصل احد سلكيه بسطح العضلة ووصل سلكه الآخر بمرکزها . واذا تقلصت العضلة نقصت شدة التيار . ونضيف اخيراً ان الاعضاء المضيفة في الاحماك الكهربائية هي عضلات فتدت القدرة على التقلص واحتفظت بقابلية التنبه وتوليد الطاقة الكهربائية التي تكون كبيرة في بعض الأحيان كما في السمك الرعاد .

منابع القدرة : حين تعمل العضلة يتسع

شريانها ويزيد مقدار الدم الوارد اليها فيصبح اكبر بخمس مرات مما يرد اليها في حالة الراحة . كما ان ما تمتصه العضلة العاملة من مولد الحموضة خلال زمن معين اكثر بعشرين مرة مما تمتصه وهي في الراحة ، وهكذا نستنتج ان منبع القدرة العضلية هو احتراق الاغذية التي يحملها الدم الى العضلة . وتستهلك العضلة مولد السكر الذي تحصل عليه من ثلاثة انواع من الاغذية : مائيات الفحم (السكريات) ، والدهن ، والمواد الآزوتية الآحية .

— فتمتلك العضلة بصورة خاصة مائيات الفحم فيلاحظ نقصان كمية سكر العنب في الدم الذي يخرج من العضلة . كما يلاحظ نقصان مدخرات العضلة من مولد السكر بعد تقلصها . فالسكريات هي غذاء العضلات المفضل .

— عند نفاذ السكريات تستهلك المواد الدهنية وفي هذه الحالة بهزل الجسم لتتناقص مدخراته الشحمية ، ولذا يجب ان يحتوي غذاء المبال على كمية عظمى من مائيات الفحم وكمية من الدهن تفيد في انتاج الطاقة .

- وحين فقدان المواد المذكورة تستهلك المواد الآحية لكن هذه المواد ليست منبعاً جيداً للقدرة العضلية .

التبدلات الكيميائية في النقص العضلي

يحدث في العضلة حين النقص تبدلات كيميائية هامة هي اصل تناسج القدرة والحرارة والفضلات .

اذ تدخر العضلات في فترات راحتها كميات من مولد السكر الذي يحمله اليها الدم . ثم تتناقص هذه الكمية بمد العمل العضلي ، مما دعا الى القول بأن مولد السكر ينخفض الى فعل إمالة يتحول بعده الى سكر عنب ، ثم يحترق هذا السكر منتجاً غاز الكربون والماء والقدرة . والواقع ان الحوادث الحقيقية هي اشد تعقيداً من ذلك . وقد دلت عليها بعض الوقائع التجريبية :

١ — اذ عرف ان الحرارة الناجمة عن انقلاص تنتشر في فترتين ، ٢ — وانه يمكن

للمضلة ان تنقلص في جو من الآزوت وبدون وجود الاكسجين ، ٣ — وان استمرار المضلة في عمل طويل يفقدها قابلية التقلص وتعب ، لكنها اذا تركت مرتاحة في الهواء استعادت قدرتها على التقلص من جديد .

ولتفسير هذه الوقائع تميز في كل نفضة عضلية دورين رئيسيين : دور التقلص الذي يتم بدون اشتراك الاكسجين ويسمى بالدور اللاهوائي ، ودور الاسترخاء الذي يتدخل فيه الاكسجين ويسمى بالدور الهوائي .

أ - دور التقلص - اللاهوائي : المضلة الآن في حالة راحة ويرد اليها الدم حاملاً الغذاء فتدخره ، ومن مدخراته الرئيسية حمض الاده نيل الفسفوري ، والفسفاجين ومولد سكر العنب . فاذا نبهنا المضلة يتحلل جزء من المدخرات على الوجه الآتي :

حمض الاده نيل الفسفوري ← حمض الاده نيل + حمض الفسفور + قدره (١)
وتلك هي القدرة الوظيفية اللازمة لاجداث التقلص العضلي ، فتقلص المضلة . وفي نفس الوقت يتم تفكك آخر :

فسفاجين ← حمض فسفور + كرياتين + قدرة (٢)

فيستخدم جزء من هذه القدرة في اعادة التفاعل الاول جزئياً في اتجاه معاكس . ويبقى قسم من القدرة الناشئة عن هذين التفاعلين تنتشر بشكل حرارة ضئيلة .
ب - دور الاسترخاء - الهوائي : حين تسترخي المضلة يرد اليها الاكسجين مع الدم فتحترق به جزءاً من مولد سكر العنب حسب التفاعل التالي :

مولد سكر العنب + اكسجين ← غاز الكربون + ماء + قدرة (٣)

وتفيد هذه القدرة في اعادة التفاعل الثاني جزئياً في اتجاه معاكس . وينتشر قسم منها بشكل حرارة .

والنتيجة انه تعود الى المضلة معظم مدخراتها وينقص مولد سكر العنب فحسب فالمضلة هي محول للقدرة .

واذا حرمت المضلات من مولد الحوضه فترة من الزمن ، يتحول جزء من مولد

سكر النعنب الى حمض اللبن وفق التفاعل التالي :

مولد سكر النعنب ← حمض لبن + قدرة (٤)

ومنى وصلت نسبة حمض اللبن الى $\frac{3}{1000}$ تفقد العضلة قابلية التقلص وتصبح في حالة

تعب . لكن بمجدد وصول الاكسجين بمدذلك فيحرق جزءاً من حمض اللبن ($\frac{1}{6}$ كمينه)

فنتشتر قدرة كافية لاعادة التفاعل (٤) في اتجاه معا كس .

اننا اليوم لانعتبر تشكل حمض اللبن نتيجة طبيعية للتقلص العضلي ، بل هو نتيجة مقاومة للاختناق حين نحرّم انخلايا من الاكسجين مؤقتاً ، واخيراً فالمعضلات لا تشبه تماماً

محركاً حرارياً وقوده الاغذية ، لان مردودها $\frac{1}{4}$ بينما لايزيد مردود الماكينة البخارية على

$\frac{1}{10}$ ، ذلك لان العضلة تحول القدرة الكيميائية الكامنة في الاغذية الى عمل آلي مباشر

بينما يحدث في المحرك الحراري تحويل القدرة الكيميائية الى حرارية ثم الى عمل .

التعب العضلي : هو نتيجة تراكم الفضلات في العضلة مثل حمض اللبن وغاز الفحم وحمض الفسفور وعناصر اخرى .. ولو حقن دم حيوان تعب في حيوان مستريح لحدث فيه تعباً . وفي حالات العمل المتدلل يسوق الدم معه الفضلات التي يحترق معظمها بفضل مولد الحموضة الموجود في الدم ويطرح الباقي مع العرق او مع البول ، لكن العمل العضلي المرهق يؤدي الى التعب وهو في حالة مؤلمة ترافقها حمى وارق ... وينقلب التعب اذا زاد الى حالة دعت عام واجهاد وارهاق قد يفضي الى الموت ، لذا كانت لحوم الحيوانات التي صيدت بعد مطاردة طويلة ، سامة .

العناية بالعضلات : ان الجهاز العضلي هو احد عوامل جمال الجسم وتناسقه ، ففي الانسجام التام يكن الجمال الحقيقي ، وللحصول على هذا الانسجام يجب العناية بتربية الاجسام ، بحيث نسمح لسائر العضلات بالنمو ، ولا ندع بعضها ينمو على حساب البعض الآخر ، وذلك باجراء التمارين الرياضية التي تمنح كل قسم من العضلات نصيبه من المرن والنمو .

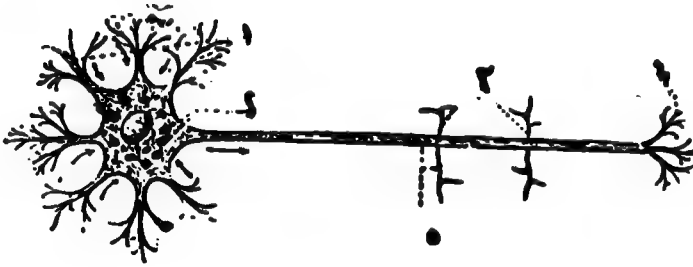
الجملة العصبية

تنسق الجملة العصبية وظائف الاجهزة المختلفة في البدن وتجهله على صلة مستمرة بالمحيط الخارجي فأجهزة الاستقبال تنبه الاحساسات حيث تسوقها الاقسام العصبية الى مراكز خاصة يتم فيها ادراكها وتسجيلها ثم تعود بالاوامر الى الاعضاء المكلفة بالاجابة .

١ - النسيج العصبي : يتألف النسيج العصبي من خلايا واللياف عصبية . حيث تقوم الخلايا بالالتقاط او الارسال وتقوم الاليف بمهمة سوق الاحساسات والاوامر .

أ - الخلية العصبية : وتتميز بكونها خلية ذات نواة ضخمة وهيولى غنية بالمصورات الحيوية وفيها حبيبات خاصة تدعى حسيمات فيسل تظهر في الراحة وتختفي حين العمل ، مما دعا بعضهم الى اعتبارها مخدخات غذائية . وفي الهيولى مادة متجانسة لسبع فيها ليبفات متداخلة . ويبرز من الخلية استطالات هيولى متعددة تجهلها مفصصة او نجمية وهناك استطالة واحدة متميزة تدعى المحور الاسطوانى ، ترسل اغصاناً جانبية وتنتهى بتفصينات ليفية . ويسمى الخلية بحسب شكل استطالاتها الهيولى كثيرة الاقطاب او ذات القطبين او وحيدة القطب .

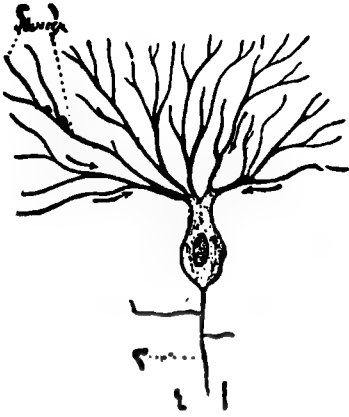
والخلية العصبية لا تنقسم ولا تتكاثر .



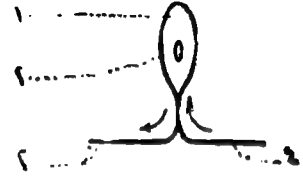
شكل (٨٦)

١ - استطالات هيولى ٢ - حسيمات فيسل ٣ - فروع جانبية

٤ - تفصينات انتهائية ٥ - محور اسطوانى

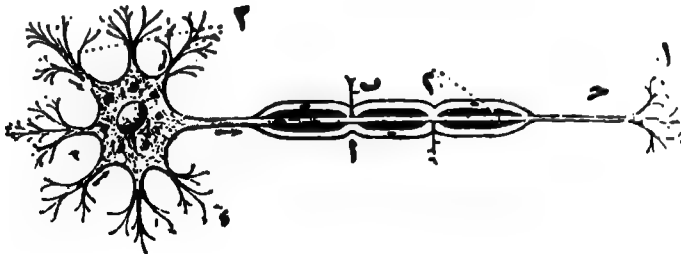


شكل (٨٨) خلية عصبية ذات قطبين
١ و ٢ - استطالات هيولية
٣ - محور اسطواني ٤ - فرع جانبي



شكل (٨٧)
خلية عصبية بشكل T ذات قطب واحد
١ - هيولى ٢ - نواة ٣ - محور اسطواني
٤ - استطالة هيولية

ب - **الليف العصبي** : يتألف من المحور الاسطواني للخلية وهو محاط بغمد ثخين يسمى غمد النخاعين له لون صدي ابيض ويكون متقطعا حول المحور الاسطواني ويحاط بغمد آخر هو غمد شوان يرصع وجهه الباطن عدد من النوى المحاطة بهيولى .
ويبقى الليف محتفظاً بغمديه حتى يصل الى احد المراكز او احد الاعضاء حيث يتجرد من غمديه ويبقى محوره الاسطواني فقط .
وهناك الياف عصبية مجردة من غمد النخاعين كالياف الاعصاب الودية وعصب الشم .



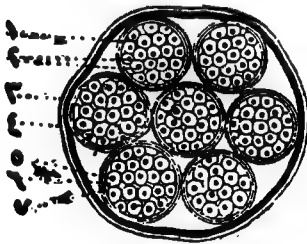
شكل (٨٩) وحدة عصبية « عصبون »
أ - ليف عصبي ب - غصن جانبي د - خلية عصبية
١ - تقصنات اقنائية ٢ - غمد النخاعين ٣ - استطالات هيولية

ج - العصبون : وهو خلية عصبية كاملة مع ليفها . ويسمى لذلك الوحدة العصبية . فتقوم الخلية بدور ممتد تجاه الليف العصبي الصادر عنها ولو قطع الليف لطرأ على جزئه المفصول عن الخلية تبدلات تدريجية تنتهي بموت المحور الاسطواناني وزوال غمد النخاعين ولا يبقى سوى غمد شوان . بينما يبقى الليف المتصل بالخلية حياً فينمو ويطول . ويتنبه العصبون بالمنبهات الآلية والكيميائية والفيزيائية .

د - اجتماع العناصر العصبية : تنشأ عن اجتماع العناصر العصبية في البدن ككتل تسمى عقداً حين تكون على مسير عصب ما كالعقد الشوكية والعقد الودية . اما اذا استبطنت جوفاً عظيماً كونه ما يسمى بالمركز العصبي كالماغ والنخاع الشوكي اللذين يتكون كل منهما من مادتين متميزتين .

١ - مادة بيضاء مكونة من الياص عصبية لها غمد نخاعيني وقد جرد معظمها من غمد شوان .

٢ - مادة سنجابية مكونة من خلايا عصبية لها استطلاات هيولية ومحاوور اسطوانية ولا تكتسب هذه المحاوور غمدها النخاعيني الا اذا وصلت الى المادة البيضاء . تكون المادة البيضاء محيطية في النخاع والبصلة ومركزية في المخيخ والمخ . بينما تكون المادة السنجابية في مركز البصلة والنخاع وفي قشرة المخيخ والمخ .



هـ - الاعصاب : يتألف من اجتماع الياص العصبية حزمياً تكون حبالاً مختلفة الحجم تسمى الاعصاب ويشتمل العصب على عدد من الحزم لكل حزمة غمد خاص ويحيط بالجميع غمد العصب الذي تكثر فيه الاوعية الدموية المغذية .

شكل (٩٠) مقطع عرضي في عصب
١- حزمة الياص عصبية ٢- الياص عصبية
٣- غشاء العصب ٤- شعج ٥- محوور
اسطواناني ٦- نخاعين ٧- غمد هائلة

اذا خرفنا الاعضاء العصبية الرئيسية في ضفدع مثلاً كالماغ والنخاع الشوكي ، نرى

فيوضح لنا من هذه المشاهدات ان الجملة العصبية تعمل على سيطرة علاقات الجسم مع الوسط المحيط به ، ويقال انها تسيطر على وظائف الاتصال . كما تنظم نشاط اعضاء التغذية وتنسق العلاقات بينها ، ويقال انها تسيطر على وظائف التغذية .

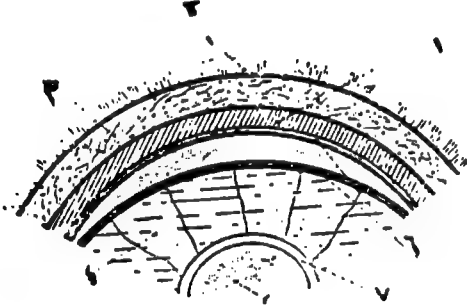
١ - الجملة الدماغية الشوكية

وتشتمل على مراكز عصبية تشكل المحور الدماغى الشوكى واطعاء محيطية هي الاعصاب الشوكية والقحفية .

ويسكن المحور الدماغى الشوكى فى اجواف عظمية متينة . ويفصل الكتلة العصبية عن العظم اغشية ضامة تدعى السحايا .

— فىبلى العظم مباشرة غشاء ليفى قاس متخين يسمى الام الجافية .

— بلىه الغشاء المنكبوتى وهو ضام قليل الاوعية ينطبق من جهة على الام الجافية ويمتد مركزياً نحو الام وهذا الغشاء مفصول عن الام الحنون بفراغ تحت



شكل (٩٢) السحايا

- ١ - الأم الجافية ٢ - الجدار العظمى ٣ - اوعية دموية وشحم
- ٤ - السائل الدماغى الشوكى ٥ - المحور الدماغى الشوكى
- ٦ - المنكبوتية ٧ - الأم الحنون

شكل (٩١)

- ١ - جمجمة ٢ - مخ ٣ - مخين
- ٤ - بصلة ٥ - نخاع شوكى
- ٦ - اعصاب

عنكبوتى يملؤه سائل يدعى السائل الدماغى يمنع انضغاط المادة العصبية .

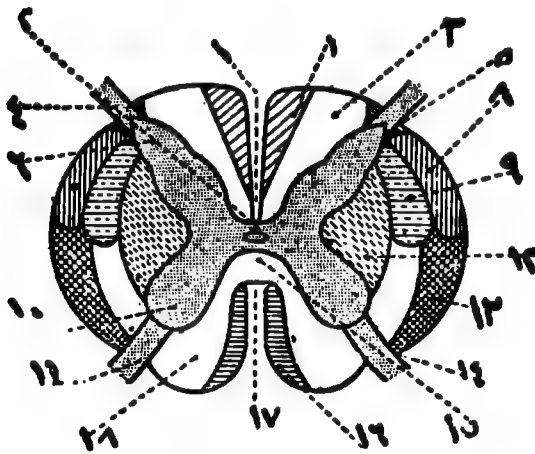
— ويلتصق بالركز العصبى غشاء ضام رقيق غنى بالاوعية الدموية يسمى الام الحنون

يقوم بتغذية المراكز العصبية .

أ — النخاع الشوكي : جلد أبيض اسطواني طوله ٥٠ سم وقطره ١ سم يمتد في القناة الفقرية وينتهي عند الفقرة القطنية الثانية برابط ضام يدعى الخيط الانتهائي . ويبدى اتفاحاً رقيقاً واتفاحاً قطنياً . ويصدر عنه واحد وثلاثون زوجاً من الاعصاب الشوكية ينشأ كل منها من جذر أمامي وجذر خلفي يمر بمقعدة شوكية وتخرج الاعصاب الشوكية من ثقب الانضمام بين الفقرات وتتجمع الاعصاب الأخيرة محاذية الخيط الانتهائي ومكونة ما يشبه ذيل الفرس .

بنيته : لنصنع قطعاً عرضياً في النخاع الشوكي فنلاحظ فيه ثلماً خلفياً ضخماً وعميقاً وزوجين من الاثلام الجانبية كما نلاحظ المادة السنجابية في المركز على شكل × في مركزها قناة السيساء .

وتتألف هذه المادة من عصبونات حسية صغيرة في الخلف ترسل محاورها الاسطوانية الى الجانبين لتتشارك في تكوين المادة البيضاء ، وعصبونات محركة ضخمة في الامام ترسل محاورها الاسطوانية لتشكل الجذر الامامي للعصب الشوكي !



شكل (٩٣)

- ١ - ٣ حزمتان حسيتان
- ٢ - قناة السيساء
- ٤ - ٥ جذران خلفيان
- ٦ - ثلم خلفي
- ٧ - قرن خلفي
- ٨ - حزمة مخيخية حسية
- ٩ - حزمة هرمية متصالبة
- ١٠ - قرن أمامي
- ١١ - جذر أمامي
- ١٣ - حزمة مخيخية
- ١٦ - حزمة هرمية محركة
- ١٧ - ثلم أمامي
- ١٨ - حزمة أمامية

أما المادة البيضاء فتكون في المحيط وتتألف من الياف عصبية تشكل ثلاثة أزواج من الحبال : خلفيين وجانبين وأماميين وتنقل الحبال الخلفية الحس باتجاه مساعد من المحيط

نحو المخ ، بينما تنقل الجبال الامامية أوامر الحركة باتجاه هابط من المخ نحو المحيط . وفي الجبال الجانبية حزم حسية صاعدة وحزم محركية نازلة . ولنظم ان سائر أقسام النخاع الشوكي مربوط بعضها ببعض في اليمين واليسار وفي السطح المختلفة الارتفاع بواسطة الالياف المشتركة . وظائف النخاع الشوكي : يعتبر النخاع بمادته البيضاء طريقاً للنقل ، ومعادته السنجابية مركزاً عصبياً .

١ — وظيفة النقل : ينقل النخاع الشوكي التنبيهات الحسية المحيطية من الاعضاء اللاقطة حتى الدماغ وقد دلت تجارب قطع أجزاء من المادة البيضاء ، أن الجبلين الخلفيين ، ينتقلان الاحساسات الحسية . وان الجبال الجانبية تنقل في حزمها الحسية الاحساسات الحرارية والمؤلمة . وينقل النخاع الشوكي الاوامر الحركية التي تصدرها خلايا الدماغ ، وذلك في الجبال الامامية ، وفي الحزم الحركية من الجبال الجانبية .

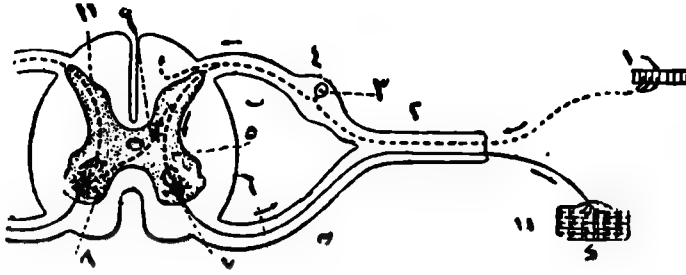
٢ — النخاع مركز عصبي : يتمتع النخاع الشوكي بالقدرة الانعكاسية وهي الخاصة التي تمكن المركز العصبي من تحويل التنبيهات الحسية الواردة اليه الى تنبيهات محركية ، نحوياً مباشراً بدون توسط الارادة ، ويسمى الفعل الناتج بالفعل المنعكس وهو يتصف بأنه عمل لا ارادي ولا شعوري . فاذا خربنا دماغ ضفدعة تاركين البصلة والنخاع سليمين وغطينا احد اطرافها في ماء محض بمحضر الكبريت نلاحظ ان الضفدع تقلص طرفها فجأة فندعو هذا التقلص الذي حدث مستقلاً عن الارادة عملاً انعكاسياً .

عناصر الفعل المنعكس : يتم الفعل المنعكس شوفر العناصر التالية :

١ — نهايات عصبية حساسة لاقطة تتوضع في الجلد وتلقى التنبيه المحيطي .
٢ — ليف عصبي حسي ينقل التنبيه الى خلية حسية تقع في المقعدة الشوكية وترسله هذه الى باطن النخاع .

٣ — خلية محركية في المادة السنجابية تتلقى التنبيه وتصدر امر الحركة .

٤ — ليف عصبي محرك ينقل الامر الى الالياف العضلية بالتقلص .



شكل (٩٤) ترسيم يبين الفعل المنعكس

- ١ - الجلد ٢ - عصب شوكي ٣ - خلية بشكل T ٤ - عصبون ٥ - مادة سنجاية ٦ - مادة بيضاء
٧ - عصبون محرك ٨ - قرن امامي ٩ - عصبون مشترك ١٠ - قرن خلفي ١١ - نسيج عصلي

وتسمى الدارة على هذا الشكل بقوس الانعكاس ونرى انها تتضمن خليتين عصبيتين (حسية ومحركة) وليفتين عصبيتين (حسي ومحرك) :

قوانين الانعكاس : ينبغي لحدوث الفعل المنعكس أن لا تقل شدة المنبه عن حد أدنى معين يدعى العتبة وفي هذه الحالة تقلص الطرف المنبه وحده . فاذا زدنا شدة المنبه قليلاً قليلاً وبالتدريج نلاحظ تقلص الطرف المنبه ونظيره معاً ، ثم تقلص الاطراف الاربعة ، ثم تقلص عضلات الجسم كلها . وبفسر هذا بوجود العصبونات المشتركة التي تنقل التنبيه الى المناطق المختلفة من النخاع الشوكي مما يزيد عدد المصبونات الحركة التي يصلها التنبيه .

ولنلم أننا حين ننبه منطقة حساسة فأول جواب منعكس يصدر عن العضلات المجاورة لمنطقة التنبيه ، كما ان المنبهات التي دون العتبة تحدث بتواليها وتكرارها جواباً معيناً .

وأخيراً فالفعل المنعكس بالرغم من كونه آلياً لكنه موجه يهدف الى الابتعاد عن المنبه ، فالضفدع تبعد طرفها عن الحامض والناثم يسحب يده بعيداً عن ابرة وخزته .
أهم المنعكسات النخاعية : يمثل الفعل المنعكس الناحية الابتدائية من الاعمال المصيبة ، فيبرز في الحيوانات الدنيا بكثرة بينما يجد في الانسان أن المخ يخفف وطأة المنعكسات خاصة حين اليقظة وذلك بتعديل شدتها . ومن أشهر مراكز الانعكاس في النخاع : مركز المثي اللا شعوري ، ومركز تسريع حركات القلب ، والمنعكس

الحاقي ، والمنعكس الداغصي ، ومركز افراز العرق ومركز تقلصات المثانة والشرج بالاضافة الى جملة انعكاسات وتربية وجلدية .

ما ينجم عن التلف النخاعي : يحدث تخريب النخاع الشوكي خدراً (فقدان الحس) وشللاً (فقدان الحركة) وضوراً في العضلات وهبوطاً في ضغط الدم وانخفاضاً في درجة الحرارة . واسترخاء المصبرات كما يؤدي الى سلس البول والقاائط وتحسن هذه الاعراض بنشاط الجلمة الاعاشية التي تنمو فيزيد شأنها وتموض بعض الذي عن النخاع الشوكي .

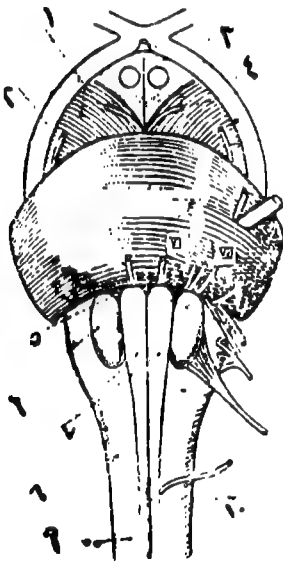
ب - الدماغ : هو مجموع المراكز العصبية الساكنة في صندوق الجمجمة . وتزن ١٣٦٠ غرام . ويشتمل الدماغ على عدد من المناطق المختلفة النمو . فمن الاسفل الى الاعلى نميز : البصلة السيسائية والخميخ ، ومضيق الدماغ والمخ وهو اكبرها ويحتوي هذه

المراكز جميعاً على اجواف تدعى البطينات متصلة ببعضها وتعتبر امتداداً للقناة السيسائية التي تمر في مركز النخاع الشوكي .

ج - البصلة السيسائية

تعريفها : هي القسم الذي يصل النخاع الشوكي ببقية اقسام الدماغ ، وهي قطعة بيضاء مسممة ، شكلها هرمي قاعدتها في العالي ويبلغ طول البصلة ٣.٥ سم وتزن بضعة غرامات يسكن قسم منها في جوف القحف ويمتد قسمها الآخر في القناة الفقرية .

وصفها : من الامام تتكون من هرمين اماميين بينهما ثلم ضيق ويلوهما قنطرة بيضاء تدعى الحدة الحلقية .



شكل (٩٥)

- | | |
|------------------------|----------------------|
| ١ - ساق مخية | ٢ - عصب بصري |
| ٣ - تصالب المصب البصري | ٤ - النخامية |
| ٥ - حفيرة | ٦ - زيتونة |
| ٧ - هرمان اماميان | ٨ - حبل جانبي |
| ٩ - ثلم امامي | ١٠ - تصالب الاهرامات |
- (الارقام الرومانية تدل على منشأ الاعصاب الحلقية)

من الخلف : تتكون من هرمين خلفيين متباعدين بينها انفراج على شكل معين يدعى البطين الرابع يغطيه المخيخ ويمتد في منتصفه ثم يدعى ساق قلم الكتابة ينشأ من قطعة انفراج الهرمين بنقطة تدعى نقطة الحياة .

من الجانب : هنالك برزنان واحدة في كل جانب تكونتا من انضفاط الاقسام الجانبية بتباعدها الهرمين الخلفيين .

بنيتها : تتألف من مادة سنجابية باطنة على شكل كتل تدعى النوى السنجابية وهي حسية في الخلف وحركية في الامام (كما في النخاع) وتنشأ منها الأزواج السبعة الاخيرة من الاعصاب القحفية .

اما المادة البيضاء فمحيطية وتتألف من امتداد الحبال التي ذكرناها في النخاع الشوكي حيث يطرا على حزمها لمصالبات مختلفة .

وظائفها : تعتبر البصلة بمادتها البيضاء طريقاً للنقل ومادتها السنجابية مركزاً أعصبياً.

١ - وظيفة النقل : تصل التنبيهات الحسية الآتية من النخاع الشوكي الى البصلة فتمررها نحو الاقسام العليا من الدماغ .

كما تصل التنبيهات المحركة الآتية من اقسام الدماغ العليا الى البصلة فتمررها نحو النخاع الشوكي .

٢ - البصلة مركز عصبي : في البصلة مراكز هامة للافعال الانعكاسية ، فهي تنظم سير الاعمال في أجهزة التغذية ، والحيوان يعيش اذا قطعت سائر مراكزه المصبية ماعدا البصلة . اما اصابة البصلة فتؤدي الى اختلال وظائف التغذية . وقد تفضي الى الموت بحسب المنطقة المصابة .

اهم المنعكسات البصلية : في البصلة مركز التنفس . ويقع في قاع البطين الرابع في عقدة الحياة وهو يتنبه بصورة طبيعية بواسطة غاز الكربون الوارد مع الدم الذي يروي البصلة.

وان ضربة قوية على قرة الارنب تؤدي الى موته حالا . وفيها مركز وقف حركات القلب ويؤدي تنبيهه الى وقوف القلب في زمن الارتحاء .

ومركز الافراز : وهو ينظم ١ - وظيفة الكبد السكرية واصابته تؤدي الى ظهور السكر في البول .

٢ - ومركز البول الذي تؤدي اصابته الى زيادة كمية البول المفرزة ، والى ظهور الآحين في البول .

٣ - ومركز حركات البلع ، والسعال ، والمضغ ، وافراز اللعاب .

اقسام مضيق الدماغ ووظائفها

تعريف : تطلق كلمة مضيق الدماغ على كتلة دماغية تجمع بين البصلة والمخيخ من جهة والمخ من جهة أخرى . وتشمل على اقسام عصبية تقع في الوجه السفلي من الدماغ وأقسام اخرى في الوجه العلوي .

وفي الوجه السفلي نجد :

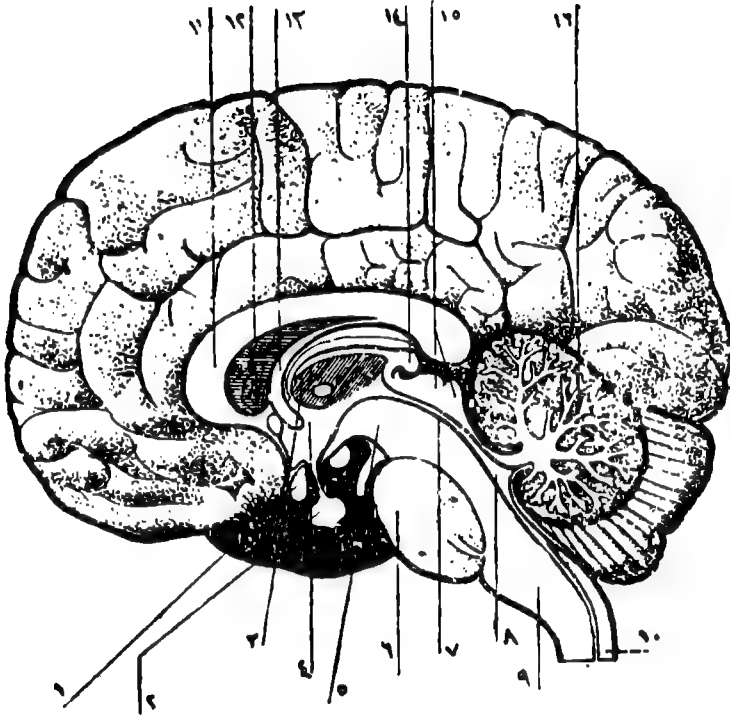
١ . الحدة الحلقية : وتقع فوق البصلة ، لونها ابيض ، مادتها السنجابية مركزية تنشأ عنها بعض الاعصاب القحفية . وتقوم مادتها البيضاء بوظيفة نقل ، كما يظن ان في مادتها السنجابية مراكز عصبية خاصة لها علاقة بالانفعالات والهيجانات النفسية .

٢ - الساقان الخيتان : وهما بشكل حبلين ضخمين من المادة البيضاء يصلان الحدة الحلقية بالمخ . وهما طرفي الحس الصاعد والحركة النارية .

٣ - الغدة النخامية : وتقع في الوجه السفلي من المخ ، تحت سرج المظم الوتدي ، ويمتد لها فص خلفي عصبي وفص أمامي غدي يصل بينها فص متوسط . وهي من الغدد الصم (سنذكر وظائفها في حينه) .

وفي الوجه العلوي نجد :

١ - الحديبات التوأمية الاربع : وهي أربع برزات تقع امام الحنخ وتوضع اثنتان اماميتان واثنتان خلفيتان أصفر من الاماميتين ، ولون الحديبات ايض ومادتها السنجابية مركزة . وتعتبر مرحلة تمر فيها سائر الاحساسات البصرية لذا يحدث تخريبها عموماً . ولها دور في التنسيق والتوازن ، وتسبب آفات الحديبتين الخلفيتين صمماً بيناً.



شكل (٩٧)

مقطع طولي في وسط دماغ الانسان

١ - التصالب البصري ٢ - الغدة النخامية ٣ - السريان البصريان ٤ - البطين الثالث ٥ - الساقان الخيتان ٦ - عرسيلقيوس ٧ - البطين الرابع ٨ - الحدة الخلفية ٩ - قناة السب ١٠ - الجسم السفلي ١١ - البطينان الاول والثاني ١٢ - مثلث المخ ١٣ - الغدة الصنوبرية ١٤ - الحديبات التوأمية الاربع ١٥ - الحنخ ١٦ - الحنخ

٢ الغدة الصنوبرية: جسم مفرد بيضوي الشكل يقع في انخفاض بين الحديبتين التوأمتين

الاماميتين ، ليس فيه الياف او خلايا خاصة به ، وفيه اجواف . وهي من الغدد الصم .

٣ السريران البصريان : كتلتان عصبيتان تقعان أمام الحدبات التوأمية . ويمتبران مرحلة تمر فيها الالياف الحسية الصاعدة الى قشرة المخ كما يعتبران مركزين عصبيين لبعض المنعكسات النفسية كالضحك والبكاء والالام ، وتتجلى هذه الحالات بحركات عفوية تصدر او امرها منها كتبدل نظم التنفس ، ونظم القلب ، وافراز الدموع وتقلصات المثانة ، بيد أن المخ تأثير ناه في هذه الوظيفة :

٤ — الجسمان المخططان : كتلتان عصبيتان تقعان امام السريرين البصريين والى الوحشي منها قلبلا ، لونها ضارب للحمرة ، ويمتبران مرحلة تمر فيها الحزم المحركة النازلة ومراكز عصبية ذات شأن في التحريك اذ تحدث آفاتهما في المشي والوقوف والتكلم والبلع ، وزيادة في القوة والتقلصات العضلية .

د - المخ :

تعريفه : هو أضخم قسم من أقسام الدماغ يمتد من مقدمة القحف الى مؤخرته حتى يغطي قسما من المخيخ . لونه سنجابي ويزن ١١٦٠ غ تقريباً .

وصفه : يقسم المخ على الخط المتوسط شق أمامي خلفي عميق ، فيتألف المخ هكذا من نصفي كرتين مخيتين يتسع سطحهما اتساعاً كبيراً بوجود تلافيف سنجابية وتفصل هذه التلافيف عن بعضها شقوق اهمها : شق سيلفيوس وشق رولاندو ، والشق المهادي (القائم) فيقسم كل نصف كرة مخية الى اربعة فصوص : جبهي ، وقفوي ، وصدغي ، وجداري .

ويفصل نصفا كرتي المخ بحجرين من المادة البيضاء متطابقين يسمى اعلاهما الجسم الثفني ويسمى السفلي مثلث المخ .

البطينات : يشاهد في وسط كل نصف كرة مخية جوف يدعى البطين الجانبي سقفه من الجسم الثفني ويحده في الاسفل الجسم المخطط اماماً والسرير البصري خلفاً ويتصل البطينان الجانبيان بواسطة (فرجة مونرو) مع البطين الثالث الذي يقع بين السريرين البصريين ، ويتصل البطين الثالث بقناة سيلفيوس التي تحتاز مضيق الدماغ الى البطين الرابع في البصلة .



شكل (٩٩)

ترسيم يبين الصلة بين الاجواف
الدماغية الشوكية ١ - قناة
سيلفيوس ٢ - قرن جبهي وقرن
قفوي في البطين الجانبي ٣ - قناة
السبواء الاعداد الرومانية I و II

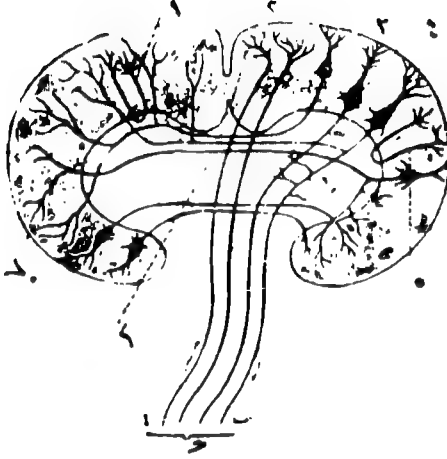
بطينان جانبيان III بطين ثالث
IV بطين رابع

شكل (١٠٠)

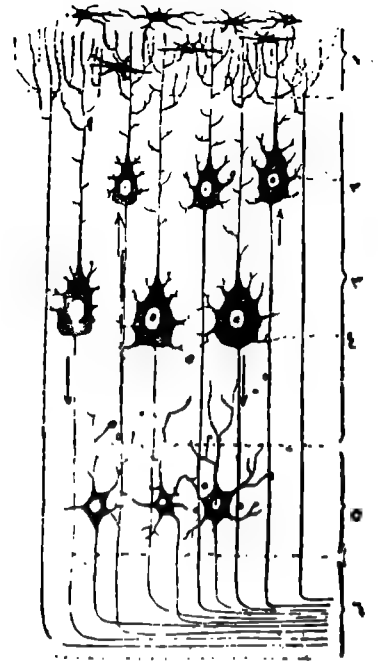
١ - الفص الجبهي ٢ - الفص الجداري ٣ - الفص القفوي
٤ - الفص الصدغي ٥ - شق رولاندو ٦ - الشق القانم
(المنهاري)

بنيته : يتألف من مادة سنجابية في المحيط تكون قشرة المخ وتتألف ١ - من خلايا
حسية سطحية ٢ - خلايا محركة عميقة ٣ - خلايا كثيرة الاشكال في اعماق القشرة ،
٤ - خلايا مشركة تصل بين مختلف تلك الخلايا ، أما المادة البيضاء فتكون باطنية وتتألف
من : ١ - الياف مشركة قصيرة تصل مختلف مناطق نصف الكرة نفسه ٢ - الياف

التقائية تمر بالجسم الثنائي ومثلث المخ فتصل النواحي المتناظرة من نصفي الكرتين ، ٣- الياف ارتدامية يمضها حسي صاعد ويمضها محرك نازل، وهي تصل المخ بالافسام السفلى وبالعكس .



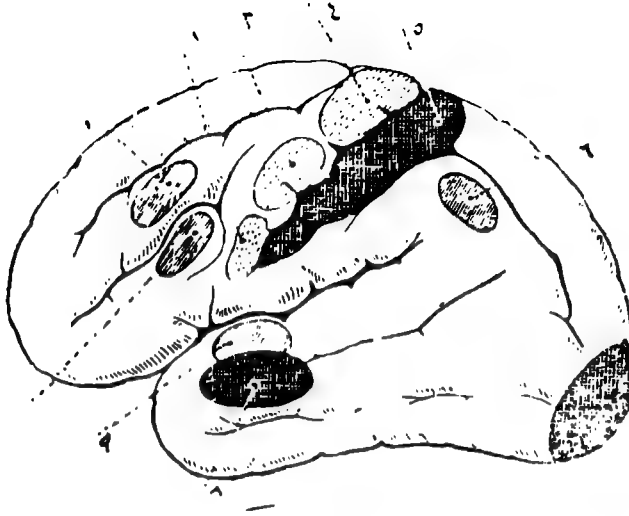
شكل (١٠١) الياف المادة البيضاء في المخ
 أ- الياف حسية صاعدة ب- الياف محركية نازجة
 ج- الياف ارتدامية (الاكليل المتشعب)
 ١، ٥- ايف مشترك ٢- الياف التقائية ٣، ٤- خلايا هرمية ٨- الجسم الثفني ٧- نصف كرة مخية



شكل (١٠٠) بنية فشرة الدماغ
 ١- عصبونات مشركة محبطينة ٢- خلايا هرمية صغيرة
 ٣- طبقة الخلايا الهرمية ٤- خلايا هرمية كبيرة
 ٥- عصبونات ذات محور اسطواني نازل
 ٦- طبقة الخلايا مختلفة الاشكال

وظائفه : المخ مقر الفكر والارادة والذكاء والانتباه والذاكرة والشعور والحس والحركة . ويستقد أن في القشرة السنجابية للمخ مراكز خاصة لكل وظيفة حسية أو حركية تدعى المراكز الارتدامية . فالقصر الجبهي مصدر الحركات الارادية جميعاً ، وفي القصر الجداري مركز -حس اللمس . وفي القصر القفوي مركز الرؤية ، ويشغل مركز السمع القصر الصدغي . ويظن أن مراكز الشم والذوق تقع أمام مركز السمع .

ولا تشغل المراكز السابقة سوى ثلث مساحة القشرة السنجامية بينما يشغل الثلثين



شكل (١٠٢)

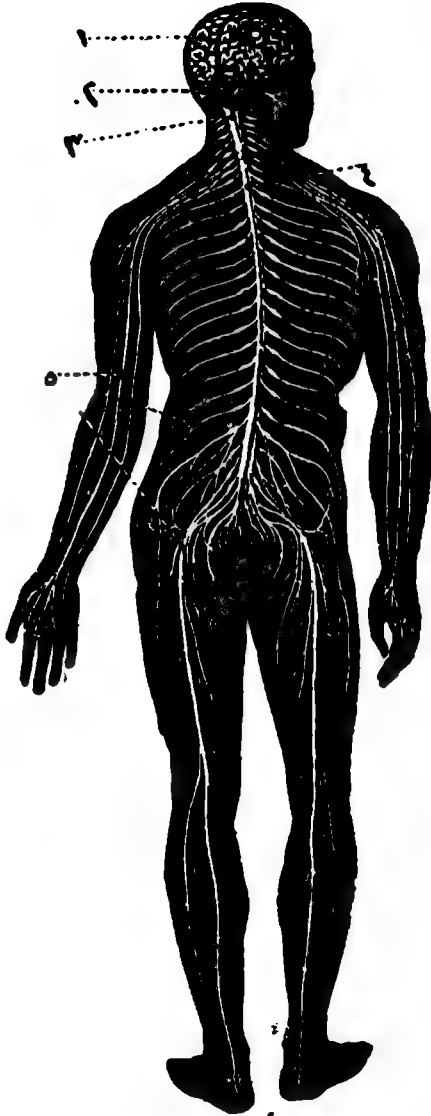
- ١- مركز الكتابة ٢ مركز حركات الوجه واللسان في اليمين ٣- مركز حركات الطرف العلوي اليمين ٤- مركز حركات الطرف السفلي اليمين ٥ مركز المس ٦ مركز معنى الكلمات المكتوبة ٧- مركز الرؤية ٨ مركز السمع ٩- مركز معنى الكلمات المسموعة ١٠- مركز التكلم

الباقيين مراكز مشتركة متصلة مع بعضها ومع المراكز الارتسامية . ويظن أنها المراكز المفكرة التي تسيطر على الفكر والذكاء والارادة وتتحرف كذلك على عمل المراكز الارتسامية فتنظمه . وقد ميز منها : ١- مركز مشترك أمامي جبهى يتصف بكونه معدل للانمكاسات الشريكية وإن آفة تصيب هذا المركز تقلب طباع الانسان فيصبح شرساً لا يضبط نفسه أو يكبح عواطفه ، ٢- مركز مشترك خلفى يمتد بين الفص الجداري والقفوي لوحظ نموه في بعض العباقره .

الاعصاب الدماغية الشوكية

تنتشر في الجسم شبكة من الاعصاب التي تنشأ من المراكز المضبية كالدماع والنخاع

الشوكي لتحمل الى هذه المراكز ما تلقاه من تنبيهات محيطية ونحمل الى العضلات اوامر بالحركة والى الغدد امراً بالافراز . ونميز بين الاعصاب الشوكية والاعصاب القحفية .



شكل (١٠٣)

١ - الاعصاب الشوكية : تصدر

عن النخاع الشوكي وعددها ٣١ زوجاً ينشأ كل منها من جذر خلفي حسي يمر بعمدة شوكية ومن جذر امامي محرك فيشكل مجموعاً عصباً شوكياً مختلطاً وينقسم كل عصب بعد خروجه من ثقب الانضمام الى فرعين فرع ظهري وآخر بطني . فتسير الفروع الظهرية مفردة . بينما تجتمع الفروع البطنية بشكل ضفائر . وتنقل هذه الاعصاب الحس والحركة من والى مختلف انحاء الجسم المحيطية ولها بعض الفروع المستدة الى الاحشاء .

٢ - الاعصاب القحفية : تصدر

عن الدماغ وعددها ١٢ زوجاً وتخرج من ثغوب خاصة في قاعدة الجمجمة ، وقد علمنا ان الأزواج السبعة الاخيرة منها تنشأ من البصلة . ومن هذه الاعصاب ما يختص بنقل الحس (الشمي

والبصري والسمعي) ومنها ما يختص بنقل الحركة (الوجعي ، الاشتياقي ، تحت اللساني الكبير ، المحرك المشترك العيني ، المحرك العيني الوحشي ، الشوكي) ويرسل

بعض هذه الاعصاب المحركة فروعاً الى الفدد (ليف حبل الطبل المتفرع عن الوجهي) .
وأخيراً هنالك أعصاب تنقل الحس والحركة ممّا فتسمى مختلطة (الرئوي الممدي، البلعومي
اللساني ، مثلث التوائم) .

وظائفها تتصف الاعصاب بخاصيتين اساسيتين هما التنبيه والنقل .

أ - قابلية التنبيه :

هي الخاصة التي تدفع العصب الى العمل متى أثر فيه منه خارجي او داخلي ويعتبر
التيار الكهربائي احسن المنبهات ، ولا تحجب العضلة على تنبيه العصب الا اذا كانت تغيرات
شدة التيار فجائية ، فلا يحدث تقلص العضلة الا عند فتح الدارة الكهربائية او اغلاقها اي
عندما تتغير شدة التيار فجأة بين الصفر والامبير الواحد مثلاً . ويشترط لكي يكون
التنبيه مجدياً ان تتوفر في التيار المستعمل الامور التالية :

١ - عتبة التنبيه :

لا يتنبه العصب المحرك لعضلة الضفدع الا اذا بلغت شدة التيار حداً معيناً يسمى
عتبة التنبيه ، فاذا استعملنا تيار وشيعة تحريض لاحظنا انعدام تأثير هذا التيار عندما
تكون المسافة الفاصلة بين الوشيعة الاولى والوشيعة الثانية كبيرة لدرجة تكون معها
شدة تيار التحريض الناتج ضعيفة جداً .

ويظهر تأثير التيار بعد تقرب الوشيعتين من بعضها الى حد معين ، وتكون شدة
تيار التحريض عند فتح الدارة اكبر من شدته عند اغلاقها . فالتنبيه بالتيار الكهربائي اذن
لا يكون مجدياً الا اذا بلغت شدة هذا التيار عتبة التنبيه التي تسمى الرئوباز .

٢ - الزمن المجدي :

يفقد التيار الكهربائي تأثيره المنبه اذا نقص زمن مروره عن حد معين يسمى الزمن
المجدي ولو كانت شدة هذا التيار تفوق الرئوباز . ويتناسب هذا الزمن المجدي عكساً مع
شدة التيار .

ويتضح من هذا ان قابلية التنبيه يمكن ان تقاس حسب احد المبدئين التاليين :

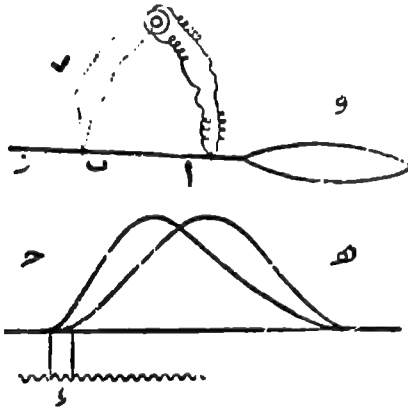
أ - تعيين الشدة اللازمة لاجداث التنبيه خلال زمن غير محدود .

ب - تعيين الزمن المجدي بالنسبة لتيار ذي شدة معلومة .
وقد اختر العالم لايبك المبدأ الثاني ووضع وحدة اساسية لمقارنة قابلية التنبيه في مختلف
النسج الحية اطلق عليها اسم الكروناكسيا وتعرف الكروناكسيا بأنها اقصر مدة
يستطيع خلالها تيار شدته ضعف الرئوباز احداث التنبيه ، وهي تقاس بمسار الثانية
($\frac{1}{1000}$ ثانية) .

وتتراوح قيمة كروناكسيا مختلف الاعصاب المحركة في جسم الانسان بين ٠.٠٠٨ -
٠.٠٧ من مسار الثانية وهي تتأثر بموامل عديدة فهي تزداد بتأثير البرد والاختناق وتنقص
بتأثير الحرارة وبعض المواد الكيميائية كاستركتين .
ويلاحظ في الاحوال العادية توافق في الكروناكسيا بين العضلات واعصابها المحركة،
وقد اعتبر البعض هذا التوافق شرطاً ضرورياً لانتقال السيالة العصبية من العصب
الى العضلة .

ب - الناقلية :

عندما نبه ليفاً عصبياً ينتشر التنبيه الى كافة اجزائه ثم الى ليف عصبي آخر ونسمي



شكل (١٠٤)

أ. ب - وضع المنبه . ج. د - النفضة العضلية
د - مخطط الرئانة (التوقيت) و - عضلة الضفدع
ز - العصب .

ما انتشر في الليف العصبي السيالة
العصبية . وتتأثر ناقلية الليف العصبي
بكثير من الموامل كالبرودة والحرارة
المرتفعة والمخدرات فينعدم مرور
السيالة فيه .

وتقاس سرعة السيالة العصبية
بسهولة بعد حساب تفاضل الزمن
الضائع في تقلص عضليين . حدثاً بعد
تنبيه كهربائيين لمصب العضلة
المحرك وبعد حساب المسافة الفاصلة بين
نقطتي التنبيه .
وتختلف هذه السرعة باختلاف

المصبونات فهي تناسب عكساً مع كرونا كسيا المصبون؛ كما انها تزداد بارتفاع درجة الحرارة فتضاعف تقريباً مقابل ازدياد قدره عشر درجات مئوية وتختلف سرعة السيادة المصبية ايضاً باختلاف الانواع الحيوانية فهي تبلغ في الضفادع ٢٠ متراً ثانية وفي الرخويات ٠٥ متر ثانية بينما تتراوح في الثدييات بين ٣٠ — ١٢٥ متراً ثانية .

ويعتقد البعض ان السيادة المصبية ذات طبيعة كهربائية اذا امكن اثبات مرور تيار كهربائي في الليف المصبي اثناء تنبيهه ذلك بواسطة مقياس غلفاني حساس ، وقد حسبت سرعة هذا التيار الذي سمي تيار العمل فوجدت مماثلة لسرعة السيادة المصبية . ويقال أن هذا التيار ناشئ من ان فراغ الشحنات الكهربائية الموجودة في كل من سطح المصب الخارجي واقسامه الداخلية .

وتنتقل السيادة المصبية في الاحوال الفيزيولوجية العادية باتجاه واحد هو: من استطلاات الخلية المصبية الى المحور الاسطواناني الا انها تنتقل تجريبياً في الاتجاهين ، وربما كان الاتصال بين المصبونين المتتاليين هو الذي يبين جهة انتقال السيادة .

انتقال السيادة المصبية من عنصر لآخر :

عندما نهنا عصب الضفدع انتقلت السيادة المصبية الى عضلاتها فتقلصت ، وقد وضعت في تفسير انتقال السيادة نظريات مختلفة نذكر منها :

النظرية الفيزيائية :

يعتقد لايبك ان السيادة عندما تصل الى نهاية المصبون تنبه المصبون التالي او الليف المضلي . وقد وضع كما ذكرنا شرطاً لانتقال السيادة هو ترافق الكرونا كسيا ، كما انه بين ان مادة الكورار تنقص كرونا كسيا العضلات دون ان تؤثر على كرونا كسيا الاعصاب فتسبب تخالفاً في الكرونا كسيا بينها يمنع مرور السيادة المصبية .

٢ — النظرية الكيماوية :

اذا عزلنا قلبي ضفدعين دون أن ننزع اعصابها وامررنا سائل ارواء فيزيولوجي منقذي من القلب الاول الى القلب الثاني ثم نهنا المصب المبهم (الرئوي المعدي) للقلب الاول تنبهاً مكرراً ابطاً هذا ضرباته وبعد لحظة تبمه الثاني فابطاً ضرباته ايضاً ويبدو أن تأثير

التنبية قد انتقل الى القلب بواسطة سائل الارواء . وقد ثبت فيما بعد ان تنبيه الياف المصب المبهم يؤدي الى انطلاق مادة كيمائية خاصة من نهايات هذه الالياف تؤثر على الياف العضلة القلبية فتؤدي الى ابطاء حركاتها وهي التي انتقلت بواسطة سائل الارواء فاثرت على القلب الثاني . فانتقال السيالة العصبية اذن الى الالياف العضلية يتم بواسطة وسيط كيميائي أثبتت التحريات انه الاستيل كولين .

تتخرب مادة الاستيل كولين في النسيج بسرعة لوجود خميرة خاصة بها هي الكولين استراز وهذا يفسر تأثيرها الموضعي والقصر الامد وقد وجد بالمقابل ان تنبيه الاعصاب الودية يؤدي أيضاً الى انطلاق مادة اخرى سميت الودين هي مادة تشبه الادرينالين وظيفياً وكيميائياً ونما كس الاستيل كولين بالتأثير فتسرع ضربات القلب . وهي تتخرب ايضاً بسرعة بتأثير الاكسدة .

٢ — الجملة العصبية الاعاشية

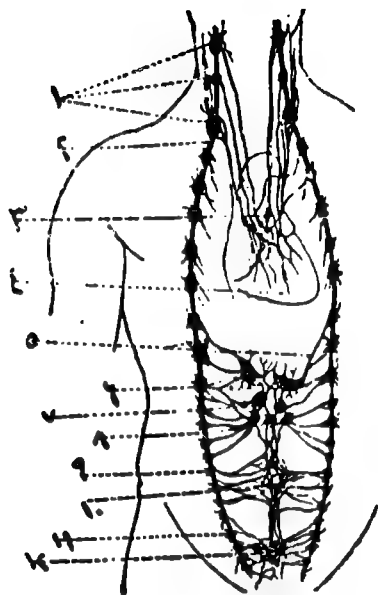
تعريف : تسيطر هذه الجملة على وظائف التغذية من هضم وامتصاص ودوران وتنفس واطراح . تتوزع في الاحشاء والغدد والاعوية الدموية .

اقسامها : تتألف الجملة الاعاشية من قسمين . الجملة الودية والجملة نظيرة الودية . ولنعلم منذ الآن أن هذه الجملة لا تملك مراكز عصبية خاصة قادرة على الاستقبال أو الاعداد . فالمرآكز العصبية التي تستقبل الحس وتأمّر بالحركة أو الافراز تكون مستنبطة لنواحي معينة من البصلة والنخاع الشوكي .

١ — الجملة الودية : وتتكون من عقد ودية تصطف سلسلتين على جانبي العمود الفقري عدد كل منها ٢٣ عقدة . وتتألف العقدة من خلايا عصبية تصدر عنها مجموعة من الالياف المجردة من النخاعين ، فتشكل الاعصاب الودية التي تتوزع بشكل ضفائر في الاحشاء المجاورة ، ويكرر ان العقد الودية ليست مراكز عصبية وانما هي مرحلة في طريق السيالة .

اما الاعصاب الودية فتتقسم الى اربع مجموعات :

آ - المجموعة الرقبية : ١ - ترسل اليافاً تعصب أوعية الرأس وتوسع حدة العين .
٢ - واليافاً تشترك مع اغصان الرئوي المدي فتكون ضفيرة قلبية ترسل اغصانها الى الاذيتين والبطينين .



شكل (١٠٠)

- ١ - عقد رقبة ، ٢ - عقد ظهري
٣ - ضفيرة قلبية ، ٤ - قلب ، ٥ -
الغصان الحشويان الكبيران ، ٦ - العقدتان
المحليتان ، ٧ - الضفيرة الشمسية ، ٨ -
العصب الحشوي الصغير ، ٩ - العقد القطنية
١٠ - الضفيرة السارية ، ١١ - العقد
المجزية ، ١٢ - الضفيرة الحلقية .

ب - المجموعة الصدرية : ١ - ترسل اليافاً
تتوزع في القصبات والوتين وشرائين الصدر
والمخ ...

٢ - واليافاً تجتمع بشكل عصب يسمى
العصب الحشوي الكبير الذي يتوزع في البطن
ويشهي فوق المعدة بمقعدة هلالية .

٣ - واليافاً تكون العصب الحشوي
الصغير الذي يرسل بعض اغصانه الى العصب
السابق ويشكل مع الياف الرئوي المدي
ضفيرة شمسية ، تتوزع في الحجاب الحاجز
والمعدة والكبد والطحال والمشكة والكليتين .

ج - المجموعة البطنية : تكون ضفيرة
مسارية تعصب المساريقا والامعاء والكليتين .
د - المجموعة العجزية : تكون ضفيرة
خلفية تقع الى جانب المستقيم والمثانة تعصب
احشاء تلك الناحية .

٢ - الجملة قوب الودية : تتألف من
خيوط عصبية نشأ بعضها من الدماغ وبعضها
من النخاع الشوكي كما نشأ قسم من اليافا
من الاعصاب الودية وصميت كذلك لانها تتوزع كالجملة الاولى وتكون دوماً
الى جوارها .

وظائف الجملة الاعاشية : تسيطر بقسمها كما اسلفنا على وظائف التغذية تمصبان
الغدد والمضلات الملص في الاوعية الدموية وانبوب الهضم ، وتسيطران على التنفس

والدوران . وعملها لا ارادي وتقسم اعصابها الى ثلاثة انواع : حسية ، محركة ، مفرزة .
آ - الاعصاب الحسية : وهي تنقل التنبيهات الحسية من الأعضاء المحيطية الى المراكز ،
وهي احساسات مبهمه لا شعورية (كلامسة الطعام مخاطية المعدة) .

ب - الاعصاب المحركة : وهي تحدث الحركات الارادية وتميز فيها :

١ - الالياف المسرعة ، والالياف المبطئة . ولنعلم ان كافة الاعصاب الودية مبطئة
لحركات الاحشاء عدا ما اتصل بالقلب منها فهو مسرع له ، على عكس الياف الجملة قرب
الودية ؛ ففي القلب يكون الودي مسرعاً (الضفيرة القلبية) وقرب الودي مبطئاً
(الرئوي المعدي) وفي الامعاء يكون الودي مبطئاً وقرب الودي مسرعاً .

٢ - الالياف المضيقية والالياف الموسعة : فالالياف الودية تقوم بتقليص الالياف
المضيقية الدائرية في جدران الاوعية الدموية فنضيق لمعتها أما الالياف قرب الودية فعملها
يقتصر على نهبي وتبدل عمل الاولى دون أن تؤثر مباشرة على الالياف المضيقية ، فنوسع
قطر الوعاء عمل منفصل ينتج من توقف عمل الالياف الودية .

وهكذا تنظم هذه الاعصاب كميات الدم الواردة الى الاعضاء بحسب حاجتها . وتسيطر
على تنظيم الحرارة الحيوانية .

ج - الاعصاب المفوزة : تؤثر مباشرة في الخلايا الغدية فتحضنها على الافراز بغض
النظر عن كمية الدم الواردة اليها .
واخيراً فعمل الجملة الودية مما كس دوماً لعمل الجملة قرب الودية .

الجملة العصبية في الفقاريات

ان الغاية من دراسة التشريح المقارن هي الوصول الى ايجاد صلة عائلية تربط بين جماعات
الكائنات الحية المختلفة من جهة وارجاعها كلها الى منشأ مشترك .

وقد ادت دراسة الاشكال المتعضية التي انفردت بمرور الزمن واصبحت مستحاثات
الى مفهوم واضح يربط بين جميع صفوف الحيوانات والنباتات وتقتصر دراستنا الآن
على تطور عضو واحد في صفوف الحيوانات الفقارية ونختاره الدماغ .

دراسة مقارنة للدماغ الفقاريات

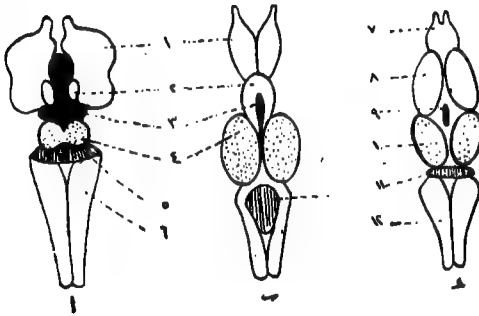
٦ - في عديمات الفكوك

يتألف الدماغ في عديمات الفكوك (أو مستديرات الفم) من خمسة حويصلات دماغية كائنة في مستوى واحد .

١ - الدماغ الامامي : ويشتمل في الناحية الظهرية على نصفي حبة كبيرة جداً لا يتميزان بوضوح ، والقبة فيها (وتسمى الرداء) ليست من طبيعة سمعية . تتألف من نسيج بشري ، يغطي جسمين مخططين يصعب تمييزهما . ويمتد نصف الكرة الخفية الى الامام بفصين شميين ضخمين جداً ، يرتبطان بمضو حسي مفرد هو الكيس الشمي .

٢ - الدماغ الوسط : ويتميز فيه السريان البصريان ، وفي الوجه الظهري الغدة الصنوبرية ، وفي الوجه البطني الغدة النخامية ، والاعصاب البصرية . وتنمو الغدة الصنوبرية مشكلة عينا صنوبرية تحت الجلد ، وفي المستوى المتوسط للرأس ولكنها ليست وظيفية .

شكل (١٠٦)



عديمات الفكوك

اسماك

الضفادع

١ - نص شمي

٢ - مخ خلفي

٣ و٩ - غدة صنوبرية

٤ و١٠ - حديبتان توأمتان

٥ و١١ - مخين

٦ و١٢ - بصلة

٨ - نصف كرة مخية

٣ - الدماغ المتوسط : يبدى حديبتين توأمتين لا تتميزان بوضوح .

٤ - الدماغ الخلفي : يكون شريطاً عرضياً صغيراً يمثل الشكل الابتدائي للمخيخ .

٥ - ما وراء الدماغ : وبشكل البصلة السيسائية ، وهي ضخمة جداً ، وتعتبر ا

الحويصلات الدماغية .

٢ - في الاسماك

يبقى دماغ الاسماك صغيراً نسبياً ، ولا يشغل جوف القحف بكامله ، وهو يبدي الصفات التالية :

١ - نصف الكرة الخية صغيران ولا ينفصلان عن بعضها بصورة كاملة . وليست قبتها الارداء بشرياً في الاسماك العظمية ، ولكنها تشتمل على عصبونات في الاسماك الغضروفية ، وتغطي جسمين مخططين . واما الفصان الشحمان فناميان جداً .

٢ - الحديبتان التوأمتان متميزتان بصورة جيدة ، وتتفوقان بضخامتها على بقية أقسام الدماغ .

٣ - للبصلة أهمية كبيرة ، بينما تختلف أهمية المخيخ ، فهو غير نامٍ الا في الاسماك الغضروفية التي تستطيع بفضلها أن تقوم بحركات سريرة واسعة .

٣ - في البرمائيات (الضفادع)

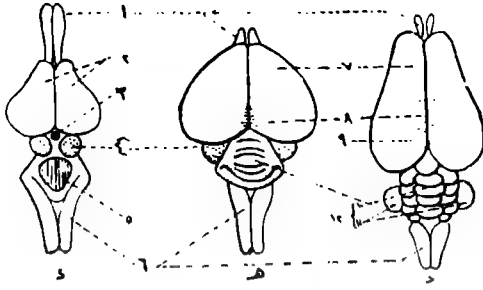
يشغل دماغ الضفادع جوف القحف بكامله . ويتألف نصف الكرة الخية بكاملها من نسيج عصبي ، وينفصلان تماماً أحدهما عن الآخر . وهما أكثر نمواً من بقية الحويصلات الدماغية ، ويمتدان الى الأمام بفصين شحمان يتحدان قليلاً أو كثيراً فيما بينهما .

وتتبدل أهمية الفدة الصنورية : فهي صغيرة في الضفادع المذبذبة « Urodèles » ، إلا أنها تبدو بوضوح في الضفادع المدببة الذنب « Anoures » التي تظهر في شراغيفها بداية للعين الصنورية .

والحديبتان التوأمتان ضخمتان دوماً في عذيمة الذنب . وتبديان برزتين صغيرتين ، هما بداءتان لشفع ثمان من الحديبتات .

أما المخيخ فهو صغير جداً ، ويبدو بشكل صفيحة شاقولية رقيقة عرضية . والبصلة دائماً لها أهمية كبيرة .

شكل (١٠٧)



الزواحف

الطيور

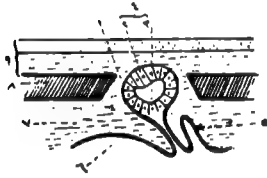
الثدييات

- ١ - فصوص شبيهة
- ٢٧ - انصاف الكرة المخية
- ٣ - غدة صنوبرية
- ٤ - حديبتان توأمتان
- ٥ - مخينج
- ٦ - بصلة
- ٨ - مثلث المح
- ٩ - جسم قلبي
- ١٠ - ١١ و ١٢ - مخينج

٤ - في الزواحف

يتميز دماغ الزواحف بالصفات المميزة التالية :

- ١ - نصف الكرة المخية منفصلان تماماً ، وهما أكثر نمواً من بقية الحويصلات الدماغية وعلى الاخص اكبر من الحديبتين التوأميتين ، وتأخذان بالامتداد فوق الدماغ الوسطى ، وتنطيانه قسمياً .



شكل (١٠٨)

تشكل العين والصنوبرية

وانما الفصان الشميان فيها اقل نمواً منها في الصفوف السابقة . ويتألف الرداء العصبي من قشرة سنجابية ومادة بيضاء داخلية .

وتكون العلاقة بين نصفي الكرة المخية أوضح مما هي عليه في الضفادع ، لنمو أول جسر من المادة البيضاء وهو مثلث الدماغ .

٢ - وفي سوية الدماغ الوسط تبدي الغدة الصنوبرية نمواً مختلفاً في هذا الصف . ففي الهاتيريا Hatteria تتصل الغدة الصنوبرية بواسطة عصب صنوبري مع عين صنوبرية تسكن في الثقب الجداري الكائن بين العظمين الجداريين في قبة القحف . إلا أن هذه العين تبقى مخبئة تحت الجلد ، وليست وظيفية .

وفي العظاية العينية Lézard ocellé تكون العين الصنوبرية أقل اكتمالاً ، أما في الزواحف الأخرى ، فتبقى صغيرة ، وليس لها علاقة بالعصب الصنوبري .

٣ - الحديبتان التوأمتان أقل ضخامة منها في الضفادع . وتبديان شغماً حدياً ثانياً في بعض الأنواع .

- ٤ - يبدي الخيش جميع مراحل النمو ، منذ كونه صفيحة رقيقة في الضب ، حتى يصبح عضواً ضخماً ، مؤلفاً من ثلاثة فصوص في التماسح .
- ٥ - وتبقى البصلة محتفظة بأهميتها دائماً .

٥ - في العمود

ينمو نصف الكرة الخية والخيش في الطيور ، ويلفان نمواً ملحوظاً . ولنصف الكرة الخية قشرة سنجابية رقيقة ملساء ، والفصان الشيمان صغيران جداً ، وبالعكس فالجلمان الخططان ناميان جداً ، ويشملان جوف البطينيين الجانبين بكامله . ولا يوجد جسم ثغفي ، إنما يرتبط نصف الكرة الخية ببعضها بواسطة مثلث الدماغ فقط . وأما الحذبتان التوأمتان منها مرتيمتان على الجانبين .

وأما الخيش فهو جيد النمو ، ويتألف من فص دودي ضخم ، فقط ، عليه أنلام عرضية وتبدو في مقطعه الطولي ، شجرة حياة بسيطة . وعلى الجانبين انتفاخان صغيران يمثلان نصفي الكرة الخيشية . ولا أثر للحذبة الحلقية في الطيور .

٦ - الثدييات

يتميز دماغ الثدييات بالمميزات التالية :

- ١ - يبدو فيه الانعطاف القحفي بوضوح .
- ٢ - يضخم نصفي الكرة الخية وينموان لدرجة كبيرة وبفطيان ، نحو الورا ، بقبة اقسام الدماغ ما عدا الخيش . ويبلغ المخ أقصى حدود امتداده في الانسان ، فيغطي الخيش ايضاً . ويبقى سطح نصف الكرة الخية أملس (في الثدييات ملس الدماغ) كما في الارنب . او يبدي بعض التلافيف الخية (في تمرجات الدماغ) كما في الخروف والانسان . وتكون قشرة المخ السنجابية انحنى واكثر اساعاً منها في الطيور . ويظهر بالإضافة الى مثلث الدماغ ملتصق ايضاً ثان هو الجسم الثغفي الذي يحقق اتصال نصفي الكرة الخية .
- ٣ - يضم الجهاز الصنوبري ، ويصبح غدة صنوبرية .
- ٤ - تتشكل اربع حذبات قوامية ، حذبتان اماميتان ، وحذبتان خلفيتان .

٥ — بضخم المخيخ ، ويتألف من فص دودي ونصفي صخرة مخيخية ، ويؤدي فيه مقطع المادة البيضاء شكلاً كثيراً التفتن ، اطلق عليه اسم شجرة الحياة . والمادة السنجابية كثيرة التعاريج تشكل على سطح المخيخ عدداً كبيراً من التلافيف . ويتصل المخيخ اتصالاً وثيقاً بالمخ ، كما يتصل بالبصلة ، وبالحدبة الحلقية .

وبعد التدقيق في اشكال الادمغة المختلفة في عذبات الفكوك والاسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات . فيمكنك ان تلاحظ اقسامها بدقة وتبرز بجزئياتها . وبعد دراسة ذلك نستنتج ما يلي :

٢ — يتم تشكل وتعضي الدماغ وفق غخطط واحد في جميع الفقاريات :

١ — فالدماغ مبني وفق هندسة واحدة في جميع صفوف الفقاريات ، وهو يتألف دائماً من خمس حوصلات دماغية ، رغم التبدلات التي تطرأ على الحوصلات الابتدائية .

٢ — لا تتبدل الارتباطات بين الحوصلات الدماغية الخمسة مطلقاً ، بل يبقى وضعها ثابتاً . فالعضو يتبدل غالباً ، فيضمّر او يتلاشى ، دون ان يبدل مكانه .

٣ — ان الاعضاء المتشابهة ، هي الاعضاء التي يتبدلها من عطف لآخر ، تبقى لها نفس الوظيفة ، ونفس الارتباطات في مخطط التعضي العام .

مثال : فالحدبتان التوأمان في الاسماك ، والحدبتان التوأمتان الأربعة في الانسان هي أعضاء متشابهة .

٤ — الاعضاء الصغيرة في نوع ما ، هي أعضاء ضامرة ومشابهة لأعضاء هامة جداً في الأنواع الأدنى تعضياً .

مثال : فالقناة الصنوبرية في الثدييات هي عضو ضامر يقابل عضواً واسع النمو في مستديرات القم هو الجهاز الصنوبري .

ب — يبدي دماغ الفقاريات تعقداً يزداد تدريجياً من مستديرات القم حتى الانسان :

ويشتمل هذا التعقد المتزايد على مايلي :

١ — تبدلات تدريجية ومعينة :

مثال ذلك : نمو نصف الكرة الخفية والمخبيخ .
— ضمور الجهاز الصدوري والاصين الشميين .
— تعمق تدريجي في البنية ، كازدياد عدد المصنونات، وتكاثر الايايف المشتركة
التي تشرك بين نصفي الكرة الخفية . وكذلك التي تشرك بين مختلف
مناطق الدماغ .

٢ تبدلات ترتبط فيما بينها ، فهي متلازمة ولكنها تتم في اتجاه معاكس :

إذ تصغر مساحة المنطقة الشمية تدريجياً ، بينما تنمو المناطق الحسية والسمعية؛ وخاصة
منطقة الرؤية .

٣ — تعمق وتخصص في وظيفة نصفي الكرة الخفية التي يرافق نموها ؛ نمو الحس
الشموري ، والحركة الارادية والملكات العقلية .

جـ — ان الميزات في ادمغة الفقاريات تشمل الحيوانات عامة لأن التشريح المقارن
اظهر وجود تنظيم موحد في عالم الكائنات الحية ، ويرتكز هذا التنظيم على وجود مخماط
موحد في بناء الكائنات الحية اذ انها كلها تتركب من خلايا ، فهي اذن ذات بنية خلوية ،
كما ان اشكالها المتعضية تتدرج من البسيط الى المعقد اي انها تبدأ بكائنات بسيطة التركيب
حتى تصل الى كائنات معقدة التركيب .

اضف الى ذلك ان النتائج التي حصلنا عليها بدراسة علم المستحاثات تملنا ان الاشكال
المتعضية البسيطة التركيب قد نشأت قبل الاشكال المعقدة في تركيبها .

اعضاء الحس او الحواس

يطلق اسم اعضاء الحس او الحواس على زمرة من الاعضاء تجمع التنبيهات التي نوقمها على البدن عوامل الوسط الخارجي . وتلتقط هذه التنبيهات الاستطلاات الهيولية الخاصة الصادرة عن المصبونات الحسية المحيطية ، وتسير التنبيهات بواسطة الاعصاب الجابذة الى المخ . فالاساس اذن هو حالة الاحساس التي يحدثها التنبيه ، واعضاء الحس خمسة : الجلد وهو عضو اللمس ، واللسان وهو عضو الذوق ، والانف وهو عضو الشم ، والعين وهي عضو الرؤية ، والاذن وهي عضو السمع . وندرس منها حاستين اثنتين هامتين : حاسة اللمس ، وحاسة الرؤية .

الجلد وعائنه لللمس

نستطيع ان نقدر باللمس شكل الاجسام وسعتها وقوامها ووزنها وحرارتها . ومقر اللمس في الجلد .

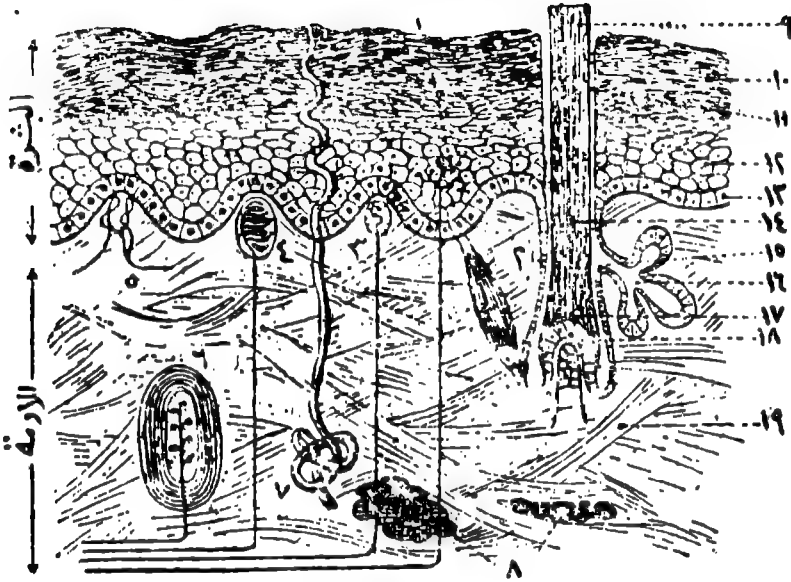
الجلد

التجربة يقوم بها المدرس : فحص مقطع للجلد بالمهر .

الجلد هو كساء الجسم ، ويختلف منحه باختلاف الاشخاص واختلاف نواح البدن ، فهو رقيق في الاجفان مخين في راحة اليد واخمص القدم ، ويزيد منحه بتأثير العمل كما في ايدي المال . ونلاحظ متى قطعنا الجلد قطعاً عرضياً انه مكون من طبقتين : البشرة والادمة البشرة : هي القسم السطحي من الجلد وتركب من خلايا بشرية مطبقة تنشأ من انقسام طبقة خلوية عميقة نشيطة جداً تدعى الطبقة المولدة القاعدية تغذيها اوعية دهوية غزيرة تجري في الطبقة التي تحتها وترشح فيها في الغالب مواد صبغية تلون الجلد بلونه الخاص وتتألف البشرة نفسها من طبقتين : طبقة عميقة تسمى الطبقة المخاطية او طبقة مليبيكي وطبقة سطحية تدعى الطبقة المتقونة التي تحول بقدر المستطاع دون دخول الجراثيم الى

البدن ، وتتوسف (تنفلس) الطبقة القرنية دائماً وتجدد من اعماقها باستمرار . واذا دققنا في سطح البشرة رأينا فيه خطوطاً وعلامات ضيقة عديدة يختلف شكلها من شخص الى آخر ومن ناحية الى اخرى ؛ ويسمى ما كان منها في الاصابع البصمات الاصبعية ، وهي ذات شأن كبير في تعيين هوية الاشخاص .

الادمة : وهي القسم العميق من الجلد وتتألف من نسيج ضام فيه الياف مرنة كبيرة



شكل (١٠٩) مقطع في الجلد

١ - نهايات عصبية مستبطنة للبشرة ٢ - عضلة ناحية للشعرة ٣ - جسيم كرواس ٤ - جسيم مايستر ٥ - حليلة وعائية ٦ - جسيم باسني ٧ - غدة درقية ٨ - نسيج دهني ٩ - ساق الشعرة ١٠ - الطبقة المتقرنة ١١ - جواب الشعرة ١٢ - الطبقة المخاطية ١٣ - طبقة مالبيكي ١٤ - الشعرة ١٥ - جذر الشعرة ١٦ - غدة دهنية ١٧ - بصلة الشعرة ١٨ - حليلة الشعرة ١٩ - نسيج ضام

تغطي الجلد مروتته ، ويتألف قسمها العميق من نسيج ضام رخو يسهل انزلاق الجلد على ماتحته ، وتصادف في هذا النسيج الرخو خلايا دهنية كثيرة تتراكم في بعض الثدييات المائية كالحيثان وفي بعض الثدييات المحرومة من الفراء كالخنزير ، فتكون طبقة دهنية كثيفة . وفي سطح الادمة عدد كبير من الحليبات بعضها وعائي يتألف من شبكة شعرية دموي يغذي الجلد ، وبعضها عصبي يتألف من أغصان عصبية وخلايا عصبية تقوم بنقل الحس وندرسها بمد قليل .

منتجات الجلد : تنشأ من الجلد الغدد العرقية والشعر والاذفار والغدد الدهنية
والعضلات الناصبة للشعر والنهايات العصبية ، وندرسها كلاً على حدة .
١ — الغدد العرقية : وسأني الكلام عنها في بحث الافراز .

تجربة تبين وجود المسام يقوم بها المدرس .

٢ — الاشعار : للشعرة قسم بارز يسمى الساق ، وقسم مستططن للجلد يدعى الجذر
وقاعدة الجذر منتفخة تدعى البصلة ، تنقر في وجهها السفلي فتحيط بكنتة وعائية عصبية
تدعى حليلة الشعرة ، ويحيط بالبصلة غمد يدعى جراب الشعرة وتتألف الشعرة من خلايا
متفرقة . وتميز فيها بشيرة (طبقة متفرقة) وقشرة ولب حي . وفي خلايا القشرة صباغات
تعطي الشعر لونه . وقد تتسرب كريات بيض الى قشرة الشعرة فتضم صباغاتها فتبيض
الشعرة (كما في حيوانات المناطق الباردة وفي شعر الشيوخ الشيب) او قد تلف الجرائم
بصلة الشعرة فتفضي الى سقوطها .

٣ — الغدد الدهنية : تتصل بكل شعرة غدة او غدتان دهنيتان تفرزان مادة دهنية تدهن
الشعرة فتجعلها ناعمة للمس وكتيبة ، لا ينفذ الماء منها . وفي الثدييات غدد دهنية كبيرة
تفرز لبناً تسمى الغدد الثديية .

٤ — العضلات الناصبة للاشعار : هي عضلات صغيرة ترتكز من جهة على قاعدة
الشعرة ومن جهة اخرى على البشرة ، فاذا تقلصت انتصبت الشعرة .

٥ — الاظفار : هي صفائح قرنية تستر النهاية الظهيرية (العليا) للسلامي الاخيرة في
الاصابع وتتألف من خلايا قرنية ولها قسم ناسع في قاعدتها ، يدعى المليل تستره الحوية
(الحاشية) الظفرية وينمو الظفر في منطقة المليل . قارن بين الطبقة المتفرقة (الاشعار
والاظفار) مع ريش الطيور وحواشف الزواحف .

٦ — النهايات العصبية : يحتوي الجلد على نهايات الاعصاب الحسية وتقسما
الى قسمين :

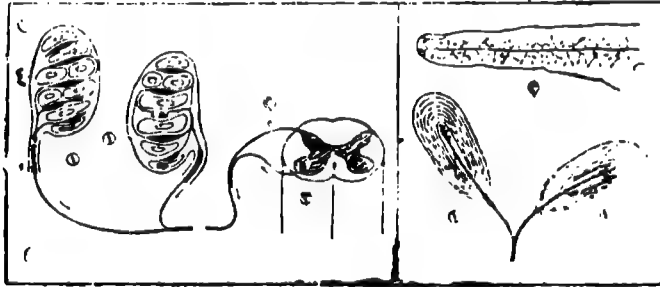
أ — نهايات مستبطنة للبشرة وهي نهايات عصبية متفصنة تتوزع في خلايا الطبقة المخاطية .

ب — الجسيمات العسية وهي على ثلاثة انواع :

١ — جسيمات كرواس : وهي صغيرة جداً ، تشتمل على محفظة . وتصادف في ملتحمة العين وفي حلقات اللسان الخيطية .

٢ — جسيمات مايسنر وهي اكبر من الاولى ، وتحيط بها محفظة فيها عدد من خلايا الاستناد . وينفذ الليف العصبي الى هذه الجسيمات وينقسم فيها الى ليفات عصبية تنتهي بأقراص لسية موزعة بين خلايا الاستناد . وتكثر جسيمات مايسنر في الاصابع وفي راحة اليد واخمص القدم .

٣ — جسيمات باشيني وهي جسيمات ضخمة تتألف من صفائح متحدة المركز ، متكاثف بعضها حول بعض تحدد في وسطها جوفاً فيه ليف عصبي ينتهي ببراعم . ولشاهد جسيمات باشيني في اعماق الادمة وفي وجوه الاصابع الجانبية وفي المضلات والمفاصل والمساربقا والخ ...



شكل (١١٠)

الى اليسار جسيمات مايسنر :

- ١ — استطالة الصبغون الحمي المحيطي الهويولة
- ٢ — خلية بشكل ت في المعدة الشوكية
- ٣ — القرن الامامي
- ٤ — خلية استناد
- ٥ — عصب الاصبع الجاني

الى اليمين جسيمات باشيني :

وظائف الجلد

- وظائف الجلد كثيرة نختصرها بما يلي :
- ١ — حماية البدن من العوامل الخارجية : أ — يغطي الجلد العضلات ويحفظها من العوامل الآلية كالصدمات والاحتكاك الخ ..
 - ب — ويقاوم الجلد تأثير المواد الكيميائية كالحوض والقلويات الممددة .
 - ج — الجلد سبيل النقل للحرارة وهو بفضل العرق ينظم حرارة البدن ويدفع اذى الحر .
 - د — ويدفع اذى البرد ايضا بما عليه من شعر او ريش وما يحويه من دهن .
 - هـ — واخيرا يحول الجلد دون سرور الجراثيم الى البدن .
 - ٢ — التنفس : التنفس الجلدي ضئيل في الانسان .
 - ٣ — الاتصاص : يمتص الجلد الماء بصموبة تحول المفرزات الدهنية دون ذلك بيد انه يمتص الحابل القولية (الكحولية) او الدهنية كاللراهم ، اما الاغشية المخاطية فانها تمتص الحابل المائية بسهولة .
 - ٤ — الاطواح : يطرح الجلد بواسطة العرق قسماً من الفضلات كما سيأتي ذكره مفصلاً في بحث غدد العرق .
 - ٥ — الادخار : يتراكم الدهن في القسم العميق من الادمة حيث يكون احياناً طبقات كثيفة (كما في الحيتان والخنزير) .
 - ٦ — الحس : الجلد مقر لثلاثة انواع من الاحساسات يكون مجموعها حاسة اللمس .
- أ — الاحساسات اللمسية : وهي احساسات نستطيع بواسطتها معرفة شكل الجسم وسعته وحالته ، وتنشأ من تنبيهات آلية تحدثها الاجسام الغازية (الهواء) والمائعة او الجامدة والتنبيه الآلي في هذه الحالة اما ضغط او تماس . وتجمع الاحساسات الناتجة عن التماس جسيمات مايدنر ، وهي كثيرة في لب الاصابع . وتجمع الاحساسات الناتجة عن

الضغط جسميات بشبني . وينحصر الاحساس بالضغط ، في نقاط معينة تدعى نقاط الضغط تتوزع في سائر انحاء البدن ماعدا الرأب . ولا يتجسسن المناطق الواقعة بين هذه النقاط بالضغط ابدأ ، وتزيد الاشعار والاوزار في شدة الحس . وقد وضع مقياس حس خاص يمين بواسطته تفاوت درجة الحس في مناطق البدن المختلفة : وهو دواترة (يكلو) ذات رأسين حادين ، نقلتة قربنا ساقها ووخزنا برأسها الجلد احدكما جس وخرزة واحدة ، وإذا باعدنا بينها تدريجياً وصلنا الى بعد تحدث فيه من الرأسين وخرزاة منفصلتان . وتدل التجارب اننا نشعر وخرتين متى كان البعد عن رأسي الدواترة مليمتر واحد في رأس اللسان ، و ٣ مم في لب الاصبع و ٣ مم في ظهر اليد . ويرجع هذا الاختلاف الى كثرة الجسميات الحسية او قلتها في النواح المختلفة من الجلد .

ب — الاحساسات الحرارية : نستطيع بواسطة الجلد ايضاً ان نشعر بالحرارة والبرودة فاذا اخذنا ساقاً خشبية مبردة رياً دقيقاً . ولا مسنا برأسها الدقيق سطح الجلد ، ثم سخناها ليجري رأسها على الجلد فانها تحدث في بعض النقاط حرارة وفي بعضها الآخر حس برودة ، نستنتج من ذلك ان في الجلد نقاطاً يحدث تنبيهها دائماً حساً بالبرودة . واذا طلينا الجهة بالماثول شعرنا ببرودة ، بينما نشعر اذا طلينا به نفسه ممصم اليد ، بحس حار ؛ واكثر اقسام البدن حساً بالحرارة ، الصدر وجناح الانف وحوافي الاجفان والخذان (وبها تعرف الكاوية حرارة مكواتها) وظهر اليد .

واذا خربت المادة السنجابية في النخاع الشوكي ، او اسابتها آفة بمرض ، فان الاحساسات الحرارية تزول وتبقى احساسات اللس .

الاحساسات المؤلمة : اذا حركنا على الجلد رأس جسم دقيق (او كررنا التجربة المذكورة في الاحساسات الحرارية) وجدنا بالإضافة الى نقاط الضغط ونقاط الحرارة السابقة الذكر ، ان في الجلد نقاطاً يحدث تنبيهها حساً مؤلماً فقط ، تدعى نقاط الألم . ويؤل حس الألم في اثناء التخدير بالكلوروفورم والازوالكوكائين ، قبل زوال حس اللس .

العين والرؤية

تمكنتا الرؤية تقدير اشكال الاشياء وسمتها وألوانها وإبعادها . والعين عضوها الخاص .

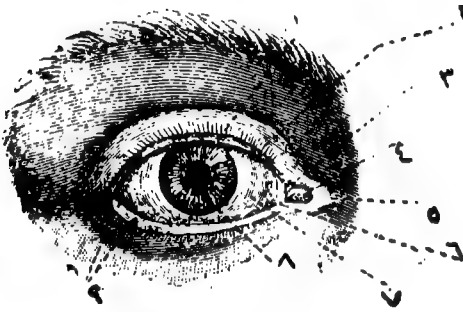
تشريح العين

أجراء تشريح عملي لعين البقرة ومن بعده ندرس عين الانسان .

تشمل العين : ١ - على الاعضاء الملحقة . ٢ - على كرة العين (المقلة) .

أولاً : الاعضاء الملحقة ، أ - الاعضاء الواقية ، تسكن العين في جوف عظمي

هرمي يدعى الحجاج في قعره فرجة (الفرجة الوتدية) يمر منها المصب البصري ،



شكل (١١١)

- ١ - الحدقة ٢ - اهداب ٣ - التواء نصف
- هلاكي ٤ - اللحية ٥ - الزوايا الانسية
- ٦ - النقطة الدمعية ٧ - الطبقة الصلبة
- ٨ - القرنية ٩ - الجفان .

وتحيط بالعين وسادة من نسيج ضام

شحمي . ويحدث الجلد امامها التوائين

يدعيان بالجفنين ، الجفن العلوي والجفن

السفلي ، ويبطن الجفنين غشاء مخاطي

ينمط على وجه العين الامامي ليمر من

جفن الى آخر فيكون الملتحمة التي ترق

كثيراً امام العين حتى تصبح شفافة .

ويدعم الجفنين المولين غضروف يدعى

الظفر الجفني . وتثبت على حفاف

الاجفان اهداب تحفف من شدة النور

الوارد الى العين كما تمنع الفبار من

الدخول اليها ، وتوجد في سماكة

الجفن غدد دهنية (غدد ميوميوس) تليها وتزلق حفاف الاجفان فتسهل انطباقها وتمنع

الدمع من الانسكاب فوقها .

ونشاهد فوق العينين حاجبين وهما قوسان مشفرتان تمنعان عرق الجبهة من الانحدار

الى العينين . وفي زاوية العين العلوية الوحشية غدة تحتية تحت العظم الجبهي تدعى الغدة

الدمعية . وهي بحجم البندقة تفرز الدمع فيسيل على سطح العين فينظفه ويرطبه ثم يصل

في المواق الى النقطتين الدمعيتين ومنها الى قنويات الدمع فالكيس الدمعي ، ثم يخرج

الدمع من الكيس بقناة تدعى القناة الانفية وينصب في القسم السفلي من الحفرتين

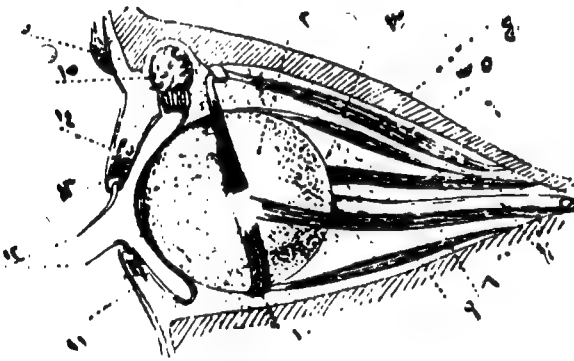
الانفيتين الشكل (١١٢) والدمع سائل ورائق تفاعله قلاوي وطمعه ملح يطهر المتحممة ويدفئها ويمنع جفافها . واشترك الدموع في ترطيب هواء التنفس، وإذا زاد إفراز الدمع كما في الانفصالات فاض من العين ويسمى ذلك بالبكاء .



ب - الأعضاء المحركة وهي عضلات ترتكز من جهة على كرة العين ومن جهة أخرى على جدران الحجاج ، وهي أربع عضلات مستقيمة وعضلتان منحرفتان .

شكل (١١٢) الغدد الدمعية وبجاري الدمع ١ - غدة دمعية ٢ - قنوات غدية ٣ - القلة ٤ - السحبة الدمعية ٥ - الماقي ٦ - القناة الدمعية ٧ - الكبة ٧ - القناة الانفية

أ - العضلة المستقيمة العلوية (عضلة الاختيال) وهي تجر المقلة الى الاعلى فترفع النظر .



ب - العضلة المستقيمة السفلية (عضلة الخشوع) وهي تجر المقلة الى الاسفل فتخفض النظر .

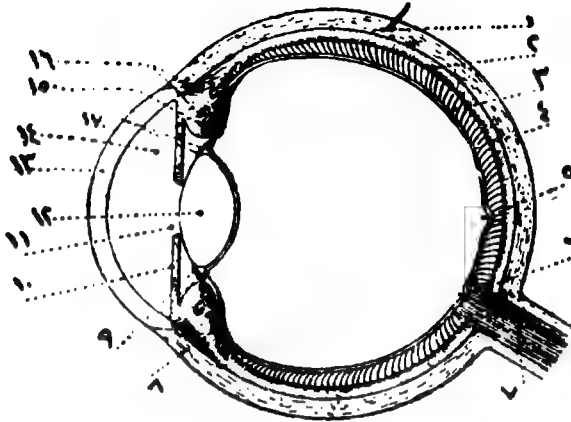
ج - العضلة المستقيمة الانسية (عضلة الحبة) وهي تجر المقلة الى الانسي فتعطف النظر الى الداخل

د - العضلة المستقيمة الوحشية (عضلة الغضب والشزر) وهي تجر المقلة الى الوحشي فتعطف النظر الى الخارج .

شكل (١١٣) الاعضاء المحركة بالعين

١ - حاجب ٢ - ملة ٣ - محظة تينون ٤ - العضلة المنحرفة الكبيرة ٥ - العضلة المستقيمة العلوية ٦ - العضلة المستقيمة الانسية ٧ - المصب البصري ٨ - العضلة المستقيمة الوحشية ٩ - العضلة المستقيمة السفلية ١٠ - العضلة المنحرفة الصغيرة ١١ - الجفن السفلي ١٢ - الاهداب ١٣ - غدة ميومبوس ١٤ - الظفر الفخروي ١٥ - الغدة الدمعية .

- هـ - العضلة المنحرفة الكبرى ، وهي ترتكز في قعر الحجاج ثم تمر من حلقة تقع اعلاه . وهي تدير العين اليمنى باتجاه عقرب الساعة والعين اليسرى بالاتجاه العكس .
- و - العضلة المنحرفة الصغرى ، وتدير العين بالاتجاه العكس لحركة العضلة السابقة .



وتنصب هذه العضلات الاعصاب الفخفية وقد ذكرنا ذلك في حينه (الزوج الثالث والرابع والسادس) .

ثانياً - المقلة (كرة العين)

المقلة كرة يبلغ قطرها ٢٣ مم وتشتمل على اغشية مغلقة وأوساط شفافة او كاسرة .

شكل (١١٤) مقطع المقلة « كرة العين »

- ١ - الصلبة - ٢ - المشيمية - ٣ - الشبكية - ٤ - الفشاء
 ٥ - اللطخة الصفراء - ٦ - النقطة الميائية
 ٧ - العصب البصري - ٨ - منطقة زين ٩ ، ١٧ - الرباط
 المعلق - ١٠ - القرنية - ١١ - الحدقة - ١٢ - الجسم
 البلوري - ١٣ - القرنية الشفافة - ١٤ - الخلط المائي
 ١٥ - الزوائد الهدبية - ١٦ - العضلات الهدبية

أ - الاغشية المغلفة

ويسمى بعضها بطبقات العين وعددها ثلاث .

١ - الطبقة السفلى ، تقع في الظاهر ، وهي ليفية مقاومة تحمي محتويات العين ، وتعرف

عادة باسم يابض العين ،

لونها ابيض . وتبدل هذه

الطبقة في قطبها الامامي

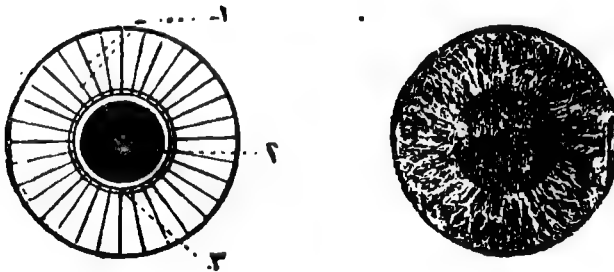
فتتحدب وترق حتى تصبح

شفافة فتكون القرنية

الشفافة وفي الخلف ثقب

يمر منه العصب البصري .

٢ - الطبقة المشيمية

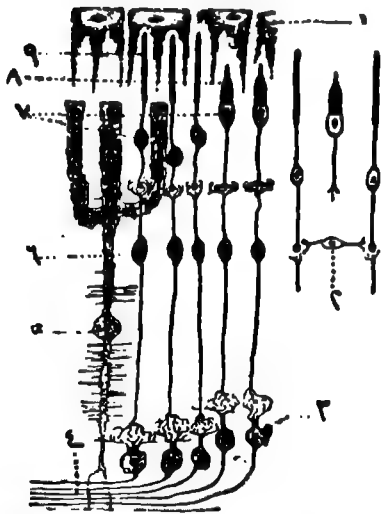


شكل (١١٥) القرنية والحدقة

- ١ - عضلات شعاعية - ٢ - الحدقة - ٣ - العضلات الدائرية

تنطبق على الوجه الباطن من الصلبة وتتألف من نسيج ضام رخو غزير الاوعية يفندي العين ويصطبغ وجهها الباطل بصباغ اسود . وفي المغربين اي المصابين بالاغراب يفقد الصباغ فيبدو قمر العين محمراً . وتنسطح المشيمية في الاعمام وراء القرنية لتكون القرزحية . وفي مركز القرزحية ثقب مدور يدعى الحدقة او الانسان وتتألف القرزحية من نسيج ضام غزير الاوعية ، يتلون بالازرق او الاخضر او المسلي او الاسود بحسب الاشخاص ومن عضلات ملس دائرية تنقلص فتضيق الحدقة ، ومن عضلات ملس شعاعية تنقلص فتوسمها . وفي نقاط تماس المشيمية بحفاف القرنية نجد حوية تدعى الجسم الهدبي ، تتألف من التواءات غزيرة الاوعية تدعى الزوائد الهدبية ومن عضلتين هديتين ملساوتين ، الواحدة حلقية والثانية مستطيلة ، ترتكز من جهة على حفاف الطبقة الصلبة ومن جهة ثانية تنتشر اليافها كالمروحة على المشيمية ، وتكون هاتان العضلتان جهاز المطابقة .

٣ - الطبقة الشبكية : هي الطبقة الحساسة وتبطن المشيمية في جوف العين .



شكل (٧ ١) بنية الشبكية

- ١ - خلية صباغية - ٢ - خلية ذات قطبين
- ٣ - خلية كثير الاقطاب - ٤ - عصب
- ٥ - خلية استناد - ٦ - خلية ذات قطبين
- ٧ - خلايا بصرية - ٨ - مخروط - ٩ - عصا

وتتألف الشبكية قسماً من انتشار الياف

العصب البصري ونهايات هذه الالياف مجهزة بأجهزة احساسية خاصة . واذا قطعنا الشبكية قطعاً معترضاً بدت فيها ثلاث طبقات من الخلايا العصبية نذكرها من الباطن الى الظاهر :

أ - طبقة الخلايا كثيرة الاقطاب التي تجتمع محاورها لتكون العصب البصري .

ب - طبقة الخلايا ذات القطبين وهي خلايا تصل خلايا الطبقة السابقة بخلايا الطبقة اللاحقة فهي اذن عصبونات مشركة .

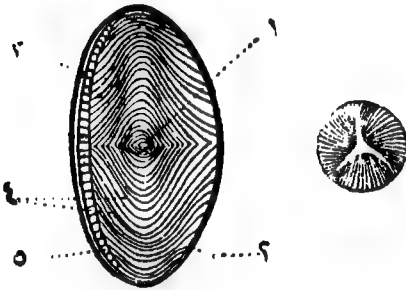
ج - طبقة الخلايا المبصرة وتكون فيها الخلايا على نوعين : خلايا بشكل مخاريط مجردة من الصباغ وخلايا استطالاتها بشكل عصبي ، ملونة بالارجوان الشبكي ، المادة الحساسة بتأثير النور .

ويشاهد في الشبكية وفي قطب العين الخلفي ، انخفاض يدعي اللطخة الصفراء ليس فيه سوى غاربط فقط ، وتبلغ حدة البصر في هذه اللطخة اقصى شدتها . اما منطقة دخول العصب البصري فمجردة من الخلايا البصرية وهي لا تبصر ، لذا سميت النقطة العمياء .

ب . الاوساط الشفافة او الكامرة : تتألف هذه الاوساط من القرنية الشفافة والجسم البلوري والخلط المائي والخلط الزجاجي .

١ - القرنية الشفافة : وهي القسم الامامي من الطبقة الصلبة الذي رق حتى اصبح شفافاً وتبارز قليلاً كزجاجة الساعة . وهي تتألف من الامام من نسيج بشري مطبق ، وفي الورا من بشرة تفرز خلاياها الخلط المائي . والقرنية مجردة من الاوعية تنفذ خلاياها بالحلول . وتقدر قرينة انكسارها بـ ١.٣٥ .

٢ - الجسم البلوري : وهو عدسة محدبة الوجين اكثر تحدباً في الورا منها في الامام



قطره ٩ مم ونحونه ٤ مم ، وتحيط به محفظة مرنة ويسمى قسمها الامامي الفشاء شبه البلوري الامامي ويسمى قسمها الخلفي الفشاء شبه البلوري الخلفي . وتتألف بشرة الجسم البلوري الامامية من خلايا مكعبة مسطحة ، بينما تتألف كتلة الجسم الباقية من فواة صلبة كروية . وتقدر قرينة انكسارها بـ ١.٤٥ .

شكل (١١٦) الجسم البلوري
١ - نواة ٢ - الفشاء شبه الزجاجي الخلفي
٣ - الفشاء شبه الزجاجي الامامي ٤ - الياف
٥ - البشرة الامامية

اجزاء تجوئة تبين شكل اغتيال بواسطة عدسة في غرفة مظلمة .

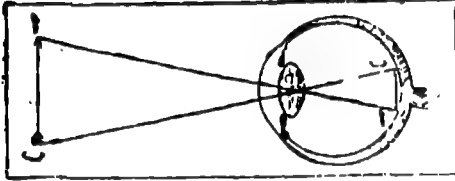
٣ - اغلط المائي : وهو مركب من ماء واملاح معدنية ، تفرزه خلايا بشرة القرنية الخلفية ، فيملأ بيت العين الامامي الذي تحده في الامام القرنية ، وفي الورا القزحية . وتقدر قرينة انكساره بـ ١.٣٧ .

٤ - اغلط الزجاجي : وهو مادة هلامية شفافة قرينة انكسارها ١.٣٥ تتألف من

الخطي (ثلاثة ارباع كرة العين) . وبشأ من جوار الجسم الهدبي ، الرباط الملحق الذي يحسك الجسم البلوري في مكانه .

فيزيولوجيا الرؤية

أ - آلية الرؤية : تعتبر العين جهازاً بصرياً يكون للأجسام الواقعة أمامها خيالات حقيقية تقع على الشبكية . فتتلقى الشبكية هكذا التنبيهات الضوئية وتوصلها بواسطة العصب البصري



شكل (١١٨)
تكون الخيال على الشبكية

الى مركز الرؤية (الفص القفوي)

تكون الخيال : تجربة

تشكل الخيال في عين بقرة :

تتكون الخيالات في العين السليمة

المستريحة في اللطخة الصفراء من

الشبكية ، وهي خيالات حقيقية

مقلوبة اصغر من الاجسام ، التي

تبعد عن العين في هذه الحال ٦٠ متراً فأكثر . ولا ثبات ذلك نأخذ عين نور ونبزع عنها

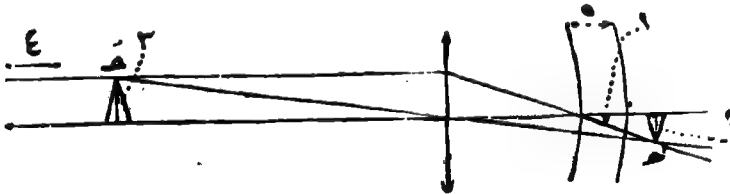
القسم الخطي من مشيميتها ومن طبقتها الصلبة ، ثم نضع امامها شمعة مضيئة فيبدو الخيال على

شبكتها واضحاً مقلوباً .

المطابقة : لنفرض ان العين سليمة وانها تنظر الى اللانهاية ، ولنضع امامها جسماً

نقربه منها تدريجياً الى اقل من ٦٠ متراً ، فتشعر ان الجسم امامها اصبح مبهماً قليل

الوضوح . وبمثل ذلك يوقوع الخيال وراء الشبكية ، ويتكون نور منتشر فقط على الشبكية



شكل (١١٩) ترسيم يبين لزوم المطابقة

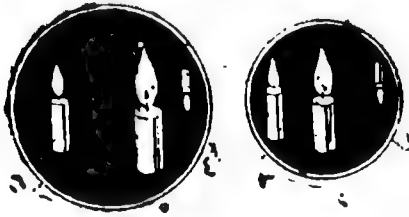
١ - خيال الجسم البعيد ٢ - خيال الجسم المقرب (وراء الشبكية) ٣ - الجسم المقرب

٤ - الجسم البعيد ٥ - الشبكية

ففسها . ولا تلبث العين ان تمود فترى الجسم واضحاً بفضل عمل تقوم به يدعى المطابقة .
وتأكد من ذلك بالتجربة التالية : لنغمض عينينا بضع ثوان ثم لنفتحها فجأة ولننظر الى
جسم بعيد فنراه واضحاً بدون جهد . انكرر ذلك مرة ثانية ، ولننظر الى جسم قريب فتري
الجسم في البدء مبها يتضح بعد جهد تقوم به العينان . ولكي يقترب الخيال ويتكون على
الشبكية يجب بحسب قوانين الضوء ، ان يزيد تحدب الجسم البلوري (العدسة) ، اي
يجب ان يقصر البعد المحرقى . فالمطابقة اذن هي زيادة انحناء الجسم البلوري وتبدأ متى بلغ
الجسم بعداً معيناً عن العين يدعى نقطة المدى (٦٠ متراً) ونستمر حتى تبلغ اقصى حدودها
متى اصبح الجسم على بعد معين ايضاً من العين (١٢ - ١٥ سم) يدعى نقطة الكتب نحو
العين زال الوضوح زوالاً لا يصلح ، لان المطابقة تقف عند هذا الحد . وهكذا كلما قرب
الجسم زاد تحدب الجسم البلوري ، فيبقى الخيال على الشبكية على الرغم من تبدل الوضع
وقد اثبتت تبدلات الجسم البلوري بالتجارب التالية :

١ - اذا رمنا الجسم البلوري من عين بطلت مطابقتها .

٢ - تجارب بوركنج : توضع امام عين انسان ، شمعة مضيئة ينظر اليها ثم تراقب العين
من الجانب ، فتشاهد فيها ثلاث خيالات :



أ (٦) خيال قائم يعطيه وجه القرنية
الامامي الذي يقوم بدور مرآة محدبة .

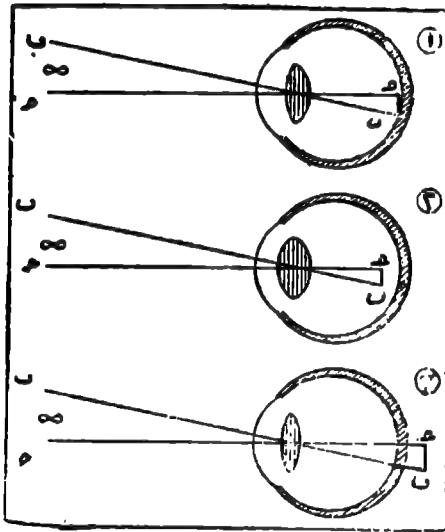
ب (٥) خيال قائم اكبر من
السابق واقل نوراً يعطيه وجه الجسم
البلوري الامامي الذي يقوم ايضاً بدور
مرآة محدبة .

ج (٤) خيال معكوس صغير
يعطيه وجه الجسم البلوري الخلفي الذي
يقوم بدور مرآة مقعرة .

شكل (١٢٠) تجربة بوركنج
في اليسار (الكبيرة) الشخص ينظر الى الشمعة .
في اليمين (الصغيرة) الشخص ينظر الى القريب .
١٤ - خيال الشمعة الذي يعطيه وجه الجسم
البلوري الخلفي ١٥ - خيال الشمعة الذي
يعطيه وجه الجسم البلوري الامامي (٢ اصفر
منه حين ينظر الشخص الى القريب) ١٦ -
خيال الشمعة الذي يعطيه وجه القرنية الامامي

فاذا نظر الانسان بدون ان يتحرك ، الى جسم اقرب من الشمعة رأينا ان الخيالين ٦٩٣ لم يتبدلا وكذلك ١ و ٣ وان الخيال رقم ٢ هو الذي يتبدل وحده فيصفر (رقم ٥) ويدل هذا على ان انحناء وجه الجسم البلوري الامامي قد زاد .

آلية المطابقة : رأينا ان في مركز الجسم البلوري نواة صلبة وان حوافي هذا الجسم لينة . ويزيد تقلص العضلات الهدبية في ضغط العين الباطن زيادة يندفع معها الجسم البلوري الى الامام فيتوتر بذلك رباطه المعلق الثابت في الورا ، ويضغط على الاقسام الرخوة من الجسم البلوري التي تندفع الى الورا ، بينما تبقى النواة المركزة الصلبة على حالها فتبرز وهكذا يزيد انحناء وجه الجسم البلوري الامامي نصف مليمتراً تقريباً ويساعد على ضغط



شكل (١٢١) عيوب الرؤية
١ - عين سليمة طبيعية ٢ - عين حيرة
٣ - عين طمساء

خفاف الجسم البلوري ايضاً امتلاء الزوائد الهدبية بالدم واتقاجها وقد صورت عيون قردة في حال الراحة وفي حال المطابقة فوجدت تبدلات في اجسامها البلورية موافقاً لما ذكر .

واستطيع ان نطابق حتى نقطة الكتب (١٢ - ١٥) حيث يبلغ تحدب الجسم البلوري اقصى حدوده . وتبدل نقطة الكتب مع تقدم السن

عيوب الرؤية : نذكر منها الحسر والطمس والقدح والشوش .

اولاً - الحسر (قصر النظر) : ويكون فيه محور العين الامامي الخلفي طويلاً ، او يكون تحدب الجسم البلوري زائداً فتقع خيالات الاجسام البعيدة امام الشبكية

لاعليها ، لذا لا تكون الرؤية فيها واضحة . واذا قربنا الاجسام بدأ خيالها بالوقوع على الشبكية ونقطة المدى هي البعد الافصى للرؤية الواضحة ، فالحسر لا يرى من بعد . ويصطلح الحسر بعدسات مبعدة تخفف من تقريب جهاز العين البصري .

ثانياً الطمس : (مد البصر) : ويكون فيه قطر العين الامامي الخلفي قصيراً ، او يكون تحدب الجسم البلوري قليلاً فتقع خيالات الاجسام البعيدة وراء الشبكية ،

وتبتمد اكثر فاكثر كلما اقتربت الاجسام من العين، فلكي تتضح الرؤية ينبغي ابعاد الاجسام عن العين . فالطامس لا يرى عن كئيب وتبدد فيه نقطة الكئيب حتى ٥٥ سم فاكثر . ويصلح الطمس بمدسات مقربة تزيد في تقرب جهاز العين البصري .

ثالثاً — القدع (مد البصر الشيخى) : تخف مرونة الجسم البللوري تدريجياً مع الزمن وتقدم السن ، وينقص من جراء ذلك تبدل التحجب ، وبالتالي تتحدد المطابقة فلا يرى القادع عن كئيب . ويصلح هذا العيب بالمدسات المقربة ويزيد مع تقدم السن .

رابعاً — الشوش : نصف العين الشوشة يتباين في انحناءات خطوط عرضها المختلفة، او بنقص تجانس اوساطها الشفافة وخاصة في تجانس جسمها البللوري . فلا تكون الرؤية واضحة في سائر الاتجاهات القائمة . ومبهمة حائرة في الانجاهات العرضية او العكس . وتميل العين في هذه الحالة الى مد الاجسام نحو الاتجاهات التي تتمكن من الرؤية فيها بوضوح ، فتمطيا من جراء ذلك ابعاداً خاطئة . مثلاً يكون خيال النقطة في العين الشوشة خطأ . ويصلح هذا العيب بالمدسات الاسطوانية المقربة او المبعدة .

دور الفزحية : تعطي منطقة المركز في المدسات خيالات اوضح من التي تعطيها المدسات بكاملها ، لذا تمحجب حفاف المدسات بمحجاب لاجتناب تأثير الزوغان الكروي . وحيث ان الجسم البللوري يشبه العدسة لذا وجب ستر حفاة بمحجاب ، للحصول على خيال واضح ، ومحجابه السائر هو الفزحية . فاذا كان النور شديداً كانت الصورة واضحة لتضيق الحدقة المرافق ، واذا كان النور ضعيفاً كانت الصورة قليلة الوضوح لاسراع الحدقة الذي يمرض عن ضعف النور ، فيضحى الوضوح هكذا في سبيل الانارة . وقد رأينا ان ضيق الحدقة ينتج عن تقلص عضلات الفزحية الدائرية ، وان اساعها يحدث بتقلص عضلاتها الشعاعية ، ويطلق على هذه الحركة اسم المنعكس الحدقي .

دور الشبكية في الرؤية : يعتبر النور منبهاً طبيعياً للشبكة ، اذ تحدث الاهتزازات الضوئية التي ينحصر تواترها بين تواتر الاشعة الحمراء والاشعة البنفسجية احساسات ضوئية تدعى الاحساسات الجسمية ، بينما لا تحدث الاهتزازات الاخرى خارج هذه الحدود اي احساس ضوئي . وهكذا فان الشبكة لا تتنبه بالاشعة فوق البنفسجية ولا بأشعة تحت الحمراء . ولا ينبه النور في الشبكية الا طبقة الخلايا ذات العصي وذات المخاريط ، فتخترق الاشعة الضوئية طبقات الشبكية حتى تصل اليها . وتحول هذه الخلايا الاهتزاز الضوئي الى تنبيه عصبي

(سبالة) . و يترافق هذا التحويل بتبدلات في الشبكية نلبنها فيما يلي :

- ١ - تتمدد استطالات الخلايا الصبائية ، بين العصي والخاريط بالنور ، وتقلص بالظلمة .
- ٢ - تقصر رؤوس الخاريط بالنور وتطول بالظلمة .
- ٣ - يتفكك الأرجوان الشبكي بالنور فينعدم لونه .

وهكذا تقضي تبدلات عناصر الشبكية المختلفة الى تكوين صور ضوئية واضحة للأجسام المنيرة او المستنيرة فيبقى خيال النواحي المظلمة من الأجسام وردياً بينا يبيض خيال النواحي المستنيرة منها . ويستطاع تثبت الصورة بوضع العين (المقلتمة من جثة بعد الموت مباشرة ، او من حيوان) في محلول الشب نسبته ٤ ٪ ومها يكن من امر فان سبالة عصبية تنشأ في حذاء الشبكية المنبهة ، وتنتقل الى المخ (مركز الرؤية بواسطة المصب البصري) .

مدة الانطباعات الضوئية : لنحدد مدة الى جسم منير ثم لنغلق عينينا فجأة ، فنشعر باستمرار الاحساس بالنور مدة قصيرة بعد اغلاق العينين . وتختلف هذه المدة فتتراوح بين $\frac{1}{20}$ الى $\frac{1}{100}$ من الثانية . فاذا توالى الانطباعات الضوئية على الشبكة بتواتر

فتراته اقل من $\frac{1}{100}$ من الثانية ، حدث احساس ضوئي متواصل . والامثلة على ذلك كثيرة

في عصرنا فان النجوم الهابطة ترينا خطأ نارياً متواصلاً كما ترينا قطعة الفحم المتوهجة اذا حركت بسرعة خطأ نارياً متواصلاً ايضاً ، وعلى هذا الاساس بنيت آلات عرض الصور المتحركة وصنع قرص نيوتن لتكوين اللون الابيض الخ . .

الرؤية القوية : كيف نرى الاشياء قائمة وقد بينا ان خيالها منعكس على الشبكية ؟

يجب ان لا تعتبر الشبكية دريئة بسيطة تسقط عليها الخيالات ، بل يجب ان نذكر انها غشاء حي ، وان الاحساس البصري لا يحدث فيها انما يحدث في المخ في مركزه الخاص بتقويم الخيال الشبكي عمل خاص بالمراكز الخفية لا شأن للقوانين الفيزيائية فيه ابداً .

الرؤية المضاعفة : يتكون للجسم الواحد خيال في كل عين ، فلماذا لا نرى الجسم مضاعفاً ؟ عندما نحدد الى جسم نوجه نحوه محور عيننا البصري بصورة يتكون خياله منها على الاطحة الصفراء . وتقوم العضلات المحركة بهذا التوجيه فتوجه العينان محوريهما

نحو نقطة واحدة هي الجسم فتكون الخيالات في نقاط متناظرة على الشبكتين في وقت واحد كما تنتقل التنبيهات منها بالعصبين البصريين في وقت واحد ايضاً ، فتراكب الصورتان في المركز البصري وتحدثان احساساً واحداً . فاذا وقع الخيالان في نقاط مختلفة على الشبكتين ، حدثت الرؤية المضاعفة ، ونلاحظ ذلك متى ضغطنا باصبعنا على احدى العينين ضغطاً يفسد تناظر الشبكتين بتبديل اتجاه محور العين . وهذا ما يحدث أيضاً في الحول .

الرؤية المجسمة : يرسم للجسم الواحد خيال في كل عين . وتنشأ الرؤية المجسمة من تراكب هذين الخيالين في مركز البصر ، فهي اذن عمل مخي . وبكفي لاثبات ذلك ان نذكر ان الكمه (العميان ولادة) الذين يستعيدون بصرهم فجأة لا يستطيعون تقدير المسافات والنواحي . فيظنون ان الاجسام التي يشاهدونها تمس اعينهم . كما ان الرؤية بالعين الواحدة لا تعطي الافكرة ناقصة عن المسافة والبروز . ويزيد التجسيم باستعمال المنظار المجسم حيث تتطابق صورتان للجسم واحد ، أخذنا من نقطتين مختلفتين .

تقدير بعد الاجسام : تقدر بعد الاجسام بالعين المجردة ، باستناد الى وضوح الاجسام وحجبها الظاهر وبالمقابلة مع اجسام مجاورة معروفة الابعاد وبستطاع تقدير البعد بالعين الواحدة ، والمران قيمة في ضبط هذا التقدير .

التعب الشبكي : يتعب النور الساطع الشبكية فينقص تنبيهها فاذا انتقلنا فجأة من النور الشديد الى غرفة قليلة الاضاءة فاننا لانميز فيها شيئاً الا بعد مرور بعض الزمن . ويعمل ذلك بان الخلايا البصرية التي أتمها النور الساطع لاتتنبه بخيالات الاجسام الموجودة في الغرفة الا بعد حين .

الحركة والحس عند النباتات

تبدو النباتات لأول وهلة انها لا تتحرك ، وانها عديمة الحس . بينما تتميز الحيوانات بانها تحس وتتحرك . وفي الحقيقة ان الحركة لا تختص بالحيوانات فقط انما توجد في النباتات أيضاً .

فاذا فحصنا في قطرة ماء عادي خلايا ورقة الابلوديا ، نشاهد ان هبولى هذه الخلايا تتحرك حركات دورانية تدعى (سيكلوز) وتدلنا هذه الحركات على ان الهبولى حساسة . وما هذه الحركات الا ردود افعال على المنبهات ، كما هي الحال في الحركات المضيقية في الحيوانات . اذ يمكن اسراعها بارتفاع درجة الحرارة ، وابطاؤها بالبرد ، وايقافها بالتخدير . وهناك كثير من الخلايا النباتية المجردة من النشاء السللوزي تتحرك كالتحليلات الحيوانية مثال ذلك الفطور الخاطية التي تنزلق على الركائز كما هي الحال في المتحول . (اميبا) كما ان نطاف عريانة البذور والسراخس تسبح في الماء بواسطة اهداب مهتزة او سياط . كما ان بعض الجراثيم النباتية ايضا تتحرك بواسطة اهدابها .

ومع ذلك ورغم وجود الغلاف السللوزي في الخلايا النباتية الذي يحدد من حركتها ، فان بعض النباتات الراقبة كالحساسة (المستحي) . وبعض النباتات آكلة الحشرات تتحرك بآليات خاصة حركة جليلة واضحة . ونميز من هذه الحركات ما هو مرتبط بالنمو ، وما هو غير مرتبط بالنمو .

أولاً - الحركات غير المرتبطة بالنمو :

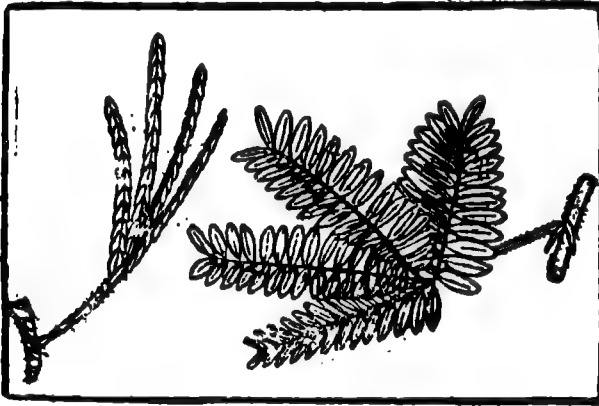
أ - الحركات الليلية النهارية : وهي حركات تشاهد في اوراق وازهار بعض النباتات تسببها تغيرات الاضاءة وتغيرات درجات الحرارة فازهار نبات لبلاب الحقول تنفتح في الصباح وتغلق في المساء .

كما ان اوراق بعض النباتات وخصوصاً النباتات البقلية كالنفل والفصه والفاصولياء ،

ذات الاوراق المركبة ، تختلف اوضاعها تبعاً لتناوب الليل والنهار ، ففي النهار تكون وريقاتها منتصبة منبسطة ، ولذا يقال انها في حالة « اليقظة » . بينما تسترخي وريقاتها في الليل وتلتوي فتتطبق على بعضها ويقال انها في حالة « النوم » .

اما آلية هذه الحركات فلا تزال غير واضحة انما نلاحظ في قاعدة المايق وفي قاعدة الوريقات ، وجود انتفاخات محركة . فالتحليلات التي تألف منها هذه الانتفاخات تحتوي على فجوات كبيرة يختلف ضغطها الحلولي في الليل عما هو عليه في النهار مما يؤدي الى اختلاف انقباضها ، وبالتالي الى انقباض الوريقات او استرخائها .

ب - الحركات المحرصة : وبرز مثال ذلك الحساسة (او نبات المستحي) وهي نبات اوراقه مركبة ريشة توجد في قاعدة وريقاتها ومعاليقها الثانوية وللاولية انتفاخات



الحساسة تطوي اوراقها بمجرد لمسها

صغيرة ، تكون هذه الاقسام في النهار منتصبة والوريقة في حالة يقظة اما في المساء فان الوريقات المتقابلة تنطبق على بعضها ، والمعاليق تنحني مسترخية الى الاسفل وتصبح الوريقة في حالة « النوم » . وبالإضافة الى حركات النوم واليقظة هذه ، فان هذا النبات

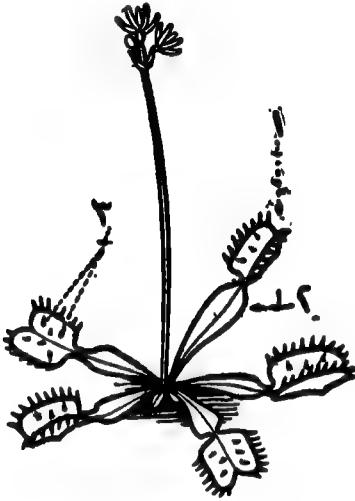
يمتاز بحساسية خاصة اذ ينتقل من وضع اليقظة الى وضع النوم لاقبل صدمة او بمجرد لمسه . وترول هذه الحركات بالهدرات .

اما آلية هذه الحركة فتعود لوجود الانتفاخات المحركة وانقباض الخلايا المكونة لها . اذ يعتقد ان هنالك مادة او مواد منحلة تتكون في نقطة التنبيه ، ثم تنسرب منها الى بقية اقسام النبات ، فتؤثر على الانتفاخات المحركة ، وتزيد في نفوذ خلايا وجهه

الانتفاخ السفلي المنتجة فتفرغ من الماء وتسترخي . ولكنها لا تلبث ان تعود الى انتفاخها المادي رويداً رويداً .

وهناك ايضاً النباتات آكلة الحشرات : كالديونية ، وهي نبات لاوراقه صفيحة ذات فصين يحمل كل منها اشواكاً قوية واوبراً عديدة بينها غدد مفرزة . فاذا لمست اجنحة او ارجل حشرة ما ، هذه الاوبر ، انطبق عليها فصا الورقة ، وافرزت الغدد عندئذ سائلاً لزجاً حامضياً تهضم به الحشرة .

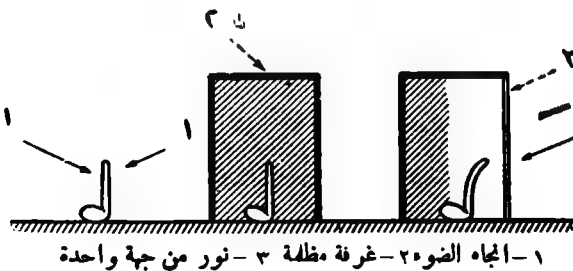
اما النديه فلها اوراق تنتشر على شكل وودي ، لكل منها معلق طويل وصفيحة مستديرة ، وجها العلوي مجهز بلوامس عديدة . نهاياتها منتفخة ودبقه ، فاذا سقطت عليها حشرة صغيرة امسكتها اللوامس وقتلتها بما تفرزه من عصارات لزجة وهاضمة .



١ - ورق ٣ - اشواك

ثانياً — الحركات المتعلقة بالنمو : مثال ذلك النباتات المتلفة . فسوق هذه النباتات ترسم انثناء نموها خطأ حثرونياً ، كساق الفاصوليا التي تلتف حول الاجسام المجاورة الى اليمين واليسار . الانجذابات : توجه نمو الساق والجذر عوامل الوسط الخارجي المختلفة كالثقلية والانارة من جهة واحدة الخ . . وتحدث انحناءات في الاعضاء انثناء نموها .

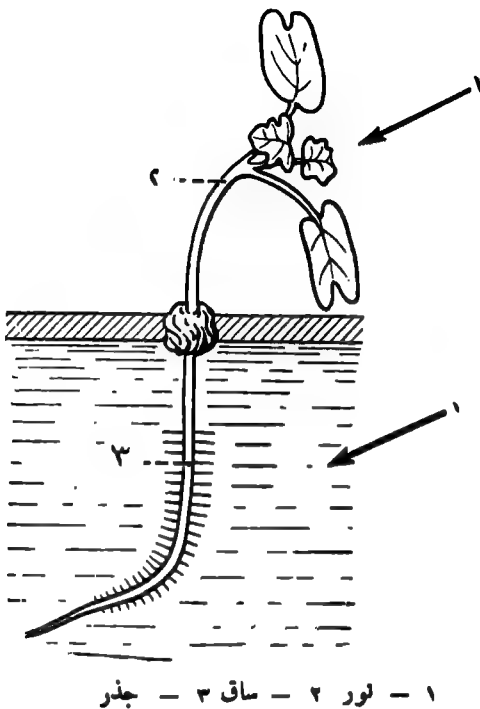
ويطلق اسم الانجذابات على الاتجاهات المرتبطة بالنمو بتأثير العوامل الخارجية من



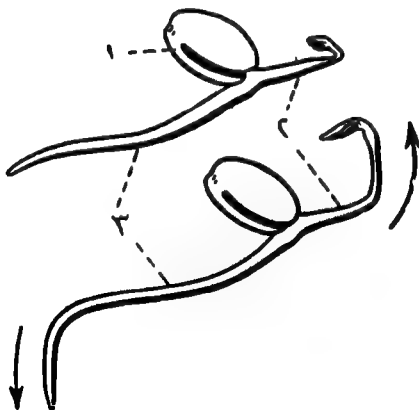
١ - اتجاه الضوء ٢ - غرفة مظلمة ٣ - نور من جهة واحدة

جانب واحد .
أ — الانجذاب الضوئي
(تأثير النور) : تدلنا الملاحظة على انه اذا تعرضت نبتة الى انارة من جهة واحدة (كنبات موضوع بالقرب من نافذة

تنجھ ساقها نحو النور . وينطبق ذلك تماماً على كوليوبتيل الشوفان اذا تعرض للنور من احد وجوهه ، وبالعكس ينمو الكوليوبتيل شاقولياً في غرفة مظلمة او في غرفة معرضة للنور من جميع الجهات .



١ - نور - ٢ - ساق - ٣ - جذر



١ - بذرة - ٢ - ساق - ٣ - جذر

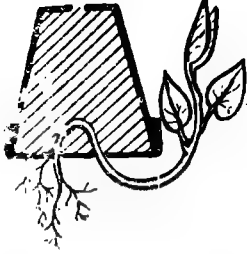
انجذابات السوق والجذور : تنجھ السوق نحو النور ، فيقال بأن تأثير النور فيها موجب . اما الجذور فلا يؤثر فيها النور غالباً ، الا انه في بعض الحالات (كالخردل) يكون للجذر انجذاب ضوئي سالب ، فهو ينمو باتجاه النور الاكثر ضعفاً .

ب - الانجذاب الارضي (تأثير الثقالة) : ينمو الجذر عادة بشكل شاقولي من الاعلى الى الاسفل تبعاً لمنحى الثقالة ، فيقال بأن الانجذاب الارضي في الجذر موجب . وبالعكس تنمو الساق شاقولياً من الاسفل نحو الاعلى ، باتجاه يماكس منحى الثقالة . فيقال بأن الانجذاب الارضي في الساق سالب .

واذا تركت نبتة بشكل افقي او اذا قلبت رأساً على عقب ، كما في تجربة الاصيص المقلوب ، نرى ان الجذر ينحني اثناء نموه نحو الاسفل ، وان الساق تنحني نحو الاعلى ، ثم تستمر هذه الاعضاء في نموها بعدئذ بشكل شاقولي .

تجربة عجلة نايت : لنأخذ عجلة تدور عمودياً حول محور افقي ، ولنضع على محيطها بذوراً منتشرة ذات جذور وسوق فنية واضحة .

١ - اذا كانت المجلة تدور ببطء (اي بمعدل دورة في كل عشرين دقيقة) ، بنعدم تأثير الثقالة ، وذلك لان كل جذر وكل ساق يمر بالتوالي (اثناء الدوران) بوضعين



متما كسين على نفس القطر ، فتصبح تأثيرات الثقالة متساوية وباتجاهات متما كسة ، وبالتالي تنعدم محصولتها .

وعندما لم تعد الجذور والسوق خاضعة لتأثير ما ، تستمر حينئذ في نموها باتجاهها الاول .

٢ - اذا كانت المجلة تدور بسرعة ، بحيث تصبح القوة

النابذة شديدة فلاحظ مايلي :

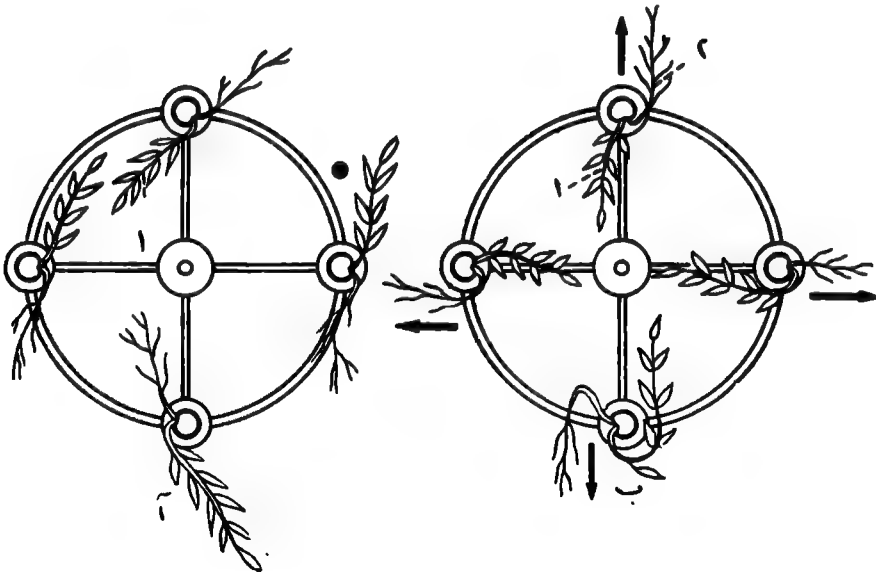
تجربة الاربص القلوب

(أ) - تنحني الجذور وتتجه مسيرة لمنحنى القوة النابذة اي نحو خارج المجلة .

(ب) - تنحني السوق وتتجه باتجاه معاكس لمنحنى القوة النابذة ، اي تتجه نحو مركز المجلة .

ولما كانت القوة النابذة قادرة على توجيه الجذور والسوق نستنتج بأن الثقالة في الطبيعة

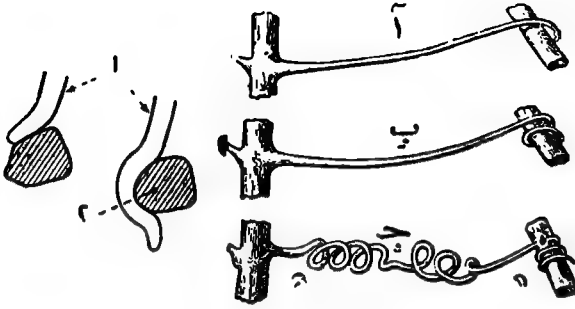
تعمل على جذب الجذور نحو الاسفل والسوق نحو الاعلى .



١ - ساق ٢ - جذر

ج - الانجذابات الاخرى

١ - تأثير التماس : تلتف الجذور والسوق حول العوائق التي تصادفها اثناء نموها .



وذلك لان وجه المصو الذي يحس الجسم الصلب يتضاد نموه ، فينتج عن ذلك انحناء ، ويلتف المصو حول العائق ، ويظهر هذا التأثير واضحاً بصورة خاصة في محالتي الكرمة التي تلتف حول المساند .

١ - جذر
٢ - عائق

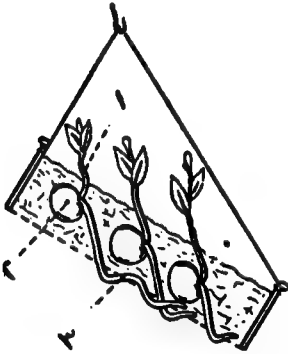
عائق الكرمة تلتف
تدريجياً حول المسند

٢- تأثير المواد الكيميائية :

(الانجذاب الكيميائي) : تتحسس الجذور بعض المواد الكيميائية كالأكسجين مثلاً الذي يؤثر على توجيه النمو فبعض المواد تجذب الجذور نحوها (فيقال بأن هنالك انجذاباً كيميائياً موجباً) وبعضها الآخر ينبذها (فيقال بأن هنالك انجذاباً كيميائياً سالباً) .

٣ - تأثير الرطوبة (الانجذاب المائي) : تتجه الجذور نحو الرطوبة ، فيقال ان

لها انجذاباً مائياً موجباً ، وهذا ما يحدث على ضفاف الانهار حيث نجد ان جذور الاشجار تنمو وتستطيع متجهة نحو الماء .



١ - ساق ٢ - بذرة

٣ - جذر لتتوي حول العائق

تجربة المنخل المنعني : وهي تبين تأثير الانجذابات الثلاثة الرئيسية مجتمعة على الجذر :

لنزرع في منخل مائل يحوي تراباً رطباً ، بضع حبات من القمح لننتش ، فنمو الجذور بعد حين من الزمن ، في هذا الوسط المتجانس بالظلمة والرطوبة ، وتوجه شاقولياً نحو الاسفل بتأثير الانجذاب الارضي الموجب . وعندما تبلغ قمر المنخل تتجنب العوائق (اسلاك المنخل الحديدية) بتأثير الانجذاب بالتماس ، لتخرج من عيون المنخل . وعندما تصبح طليقة في الهواء ،

تنجذب نحو رطوبة التربة بتأثير الانجذاب المائي الموجب ، فتدخل في المنخل ، وتجد عندئذ وسطاً متجانساً من حيث الظلمة والرطوبة ، فيعمل فيها من جديد تأثير الجاذبية الأرضية ، فتعود بعدئذ لتخرج من عيون المنخل ، وهكذا يتكرر نفس العمل بتأثير العوامل المارة الذكر ، فترسم بذلك سلسلة من الانحناءات يكون اتجاهها المأم موازياً لسطح قعر المنخل .

يتبين من هذه التجارب بأن الانجذابات تحدث بتأثيرات ملائمة لحاجات النبات .



«الوحدة الثانية»

وظائف التغذية

تضمن وظائف التغذية بقاء الجسم ونموه ، وتوفير له وقوداً تستمد منه عضلاته وعضاؤه القدرة اللازمة لعملها . ويكون هذا الوقود بشكل اغذية ومولد حموضة . اما التغذية فتطلق على سائر الوظائف التي تضمن دخول الاغذية ومولد الحموضة الى البدن والتي تسهل توزيعها واستعمالها ، كما تضمن فيه طرح الفضلات الناتجة عن هذا الاستعمال . ويميز من هذه الوظائف :

١ - الهضم : وبواسطته تحول الاغذية الى مركبات قابلة للامتصاص .

٢ - الامتصاص : وبه تدخل الاغذية الدم .

٣ - الدوران : ويتم بواسطته توزيع الاغذية الى سائر خلايا نسيج البدن .

٤ - التنفس : وهو يضمن وصول مولد الحموضة الى سائر الاعضاء والانسجة .

٥ - الاطراح : وبه يتم تخلص البدن من الفضلات .

وتفيد هذه الوظائف الخمس في تأمين حاجة مشتركة ، وهي غذاء الخلية .

الهضم

وظيفة الهضم

لزوم التغذي وتعريف التغذية : ان التغذي ضرورة بديهية تقوم على اساسها سائر اعمال الحياة فاذا نقص الغذاء شعرنا باحساسات باطنة مزعجة كالجوع والعطش .

الجوع : هو اضطراب ينشأ متى تأخرنا في تلبية حس خفيف لذيذ في بدنه يدعى الشهية *Appétit* وقد اثار مركز الجوع نقاشاً وجدلاً بين العلماء فوضعت نظريات كثيرة منها يقول بأن الجوع حس عام مصدره في البصلة وينتج عن افتقار الدم الى المواد الغذائية .

العطش : هو حس بجفاف مخاطية الفم واللسان والبلعوم سببه انقطاع افراز اللعاب اللعابية . ويرجع مرد العطش الرئيسي الى ازدياد في تركيز الدم او نقص في كمية الماء :
فمنعنا نكثر من الماء كولات الملح نحس بالعطش وعندما يمرق جسمنا بفزارة نحس بالعطش ايضاً .

لماذا يفتقر الدم الى الاغذية : يخسر جسمنا في كل يوم قسماً من مواده الغذائية وقسماً من قدرته :

أ - خسارة المواد الغذائية : دلت التجارب على الرخل الكهل الصحيح البنية انه يفقد في كل يوم ٢٥٠٠ غراماً من الماء منها ١٣٠٠ - ١٤٠٠ بالبول و ٦٠٠ غ بالمرق و ٤٠٠ - ٥٠٠ بالبروتين و ١٠٠ بالفائط ويفقد ايضاً ٢٥ من الملاح المعدنية (بالبول والفائط والمرق) و ٢٧٠ غراماً من الكربون بشكل غاز الكربون او بشكل بولة وحامض بول كما يفقد ١٨ غراماً من الآزوت بشكل بولة .

ب - خسارة القدرة : يستهلك الانسان (بالعمل والاشعاع) مقداراً من القدرة ، اذا قدر بالحريرات بلغ محوياً من ٢٦٠٠ حرارة ؛ ولتمويض هذه الخسارة يجب ان تفتدى ؛ ونطلق اسم الاغذية على المواد التي ندخلها الى جسمنا لتفيد :

١ - في توفير المواد اللازمة للنمو ولترميم ما انهدم من اعضائنا .

٢ - في توفير الوقود اللازم لنشر القدرة .

٣ - في ادخار مواد يستعملها البدن عند الحاجة .

ويمكننا منذ الآن ان نفرق بين الطعام المغذي والطعام المنبه ، فالطعام المغذي يهضم فيتمثل ليرمم او يحترق فينشر القدرة او يدخر بشكل دهن او مولد سكر والخ . . .
اما الطعام المنبه فهو على العكس لا يدخر ابداً وهو يحافظ على تأثيره المنبه .

الوجبة

لستهلك الكائنات الحية مجموعة من المواد تعرف بالاغذية لتستدرك منها القدرة اللازمة لها للقيام بأفعالها الحيوية الضرورية ولتضمن نموها وترميم ما يتلف من اجزائها ومادتها الحية . وتقسّم الاغذية من حيث طبيعتها الكيميائية الى اربعة اقسام :

١ السكويات : وهي مواد عضوية تتألف من اتحاد ثلاثة عناصر : الكربون

والهيدروجين والاكسجين ، وتدخل في بناء القسم الاعظم من النسيج الحيوانية والنباتية وتعتبر كيميائياً مركبات معقدة تنفصاً من تضاعف ذرة من السكريات الاحادية والبسيطة ، لذا تقسم السكريات الى ثلاثة اقسام :

أ - السكريات الاحادية : وهي ابسط السكريات ، منها سكر العنب الذي يوجد في الفواكه والعسل والدم وفي بول المصابين بداء السكر ، وسكر التمار والفاوا كنوز .
اجراء تجربة تعيين وجود سكر العنب في تفاحة .

ب - السكريات الثنائية : وتتكون من اتحاد ذرتين من السكريات الاحادية ونذكر منها سكر القصب وهو السكر المادي المروف ويوجد في قصب السكر والشمندر وسكر الشعير ويوجد في الشعير المنتشر ثم سكر البن الذي يصادف في ابن الثدييات بصورة عامة .
ج - السكريات المتعددة : وتتكون من اتحاد عدة سكريات احادية (كما يدل عليها اسمها) وتبدو بأشكال عديدة كالنشأ والسلوز ومولد السكر .

يصادف النشا كدختر غذائي في كثير من النباتات كالبطاطا والحبوب (القمح والرز) ، وهو يتألف من حبيبات تنتفخ بالماء مؤلفة ما يسمى بمطبوخ النشا . ويتشابه النشا مع مولد السكر في كثير من الصفات لذا كثيراً ما يسمى هذا الاخير النشا الحيواني لانه يشكل في كبد الحيوانات . اما السلوز فهو يؤلف الجدار الخلوي في النباتات ولكنه لا يتمتع بقيمة غذائية اذ لا يهضم في الجسم لعدم توفر الحماض الهاضمة الخاصة به .

٢ - الدم : وتشكل مجموعة غير متجانسة من منشأ حيواني ونباتي ، وقد صنفت في زمرة واحدة لاحتوائها على حموض دسمة كجزء من ذرتها التي تكون غالباً معقدة ، وهي تشمل الشحوم والشموع والدم الفسفورية والدم السكرية والسترولات . وتشكل السترولات جزءاً هاماً من المواد الحيوية اذ تشمل الحموض الصفراوية والكواسترول وبعض الحماض كالتستوسترون والسترايول وبعض حماض قشر الكظر (الكورتيكوسترون) ، وتعتبر استرات القليسول أبسط المواد الدسمة وتسمى عادة بالدم الحقيقية او المعتدلة ، واشهر الحموض الدسمة : حمض الزيت وحمض الشمع وحمض النخل . وتقسم الدم الى قسمين رئيسيين :

أ الدم الحيوانية . وهي مشتقات حيوانية (الحروف والخزير والاسماك) تكون عادة صلبة في الدرجة الاستيادية من الحرارة ، وقد يشذ عن ذلك بعضها كالتريبولين الذي يكون سائلا حتى في درجة الصفر المثوية .

ب الدم النباتية : وهي على قبيض الفئة الاولى سوائل زيتية كثيفة لزجة كزيت الزيتون وزيت بذور الكتان وزيت الخروع وزيت بذور القطن ، وتشذ عنها زبدة الكاكاو التي تكون صلبة . ويجب ان نميزها بين الزيوت اللدنة وبين الزيوت الطيارة كمطر النعنع والا كالبتوس وغيرها التي لا تمت الى المواد اللدنة بصلة .

وتوجد الدم في البدن الحي بشكل مدخرات تشكل لسبيجا خاصا يسمى النسيج الشحمي ويصادف في نواح متعددة من الجسم خاصة تحت الجلد . وتدخر الدم ايضا بين الطبقات المضطية وفي الدم واللبن (بشكل مستحلب) وفي خلايا الكبد ونقي العظام . وتعتبر الدم مصدر قدرة حرورية ومدخرا لها لحين الحاجة ، وهي في هذا المجال تفوق السكريات والهيولينيات ، اذ يعطي الفرام الواحد من الدم قدرة تعادل ما يعطيه غرامان من السكريات أو الهيولينيات .

٣ - الهيولينيات : تعتبر الهيولينيات مركبات معقدة تتألف من وحدات ابسط تركيبا تسمى المحوض الامينية ، تماما كما تتركب السكريات من اجتماع السكاكر الاحادية وهي مركبات رباعية تحوي الكربون والهيدروجين والاكسجين والاروت وقد تحوي احيانا الكبريت والفسفور والحديد واليود ، كما وتصادف في جميع خلايا الحيوانية او النباتية اذ تعتبر الجزء الرئيسي فيها ، فلهيولينيات اذن مصدران : الاول حيواني (اللحم والاسماك ومشتقاتها كالبيض واللبن والجن) والثاني نباتي يشمل الحبوب على انواعها ولا تحتوي البطاطا والنباتات الا القليل من الهيولينيات . والحيوانية منها اقرب بتركيبها الى هيولينيات جسم الانسان من الهيولينيات النباتية .

اجراء تجربة تعين وجود الهيولينيات في بعض المواد الغذائية :

تصنيفها : تصنف الهيولينيات عادة بحسب عدد المحوض الامينية التي تتألف منها . ولكن هذا التصنيف وان يكن سهلا من الناحية النظرية فهو لا يعطي فكرة صحيحة عن الهيولينيات ، لذا صنف هذه بحسب صفاتها الرئيسية الكيميائية او الفيزيائية .

فالمهوليينات القابلة للتخثر كالأحبن والذي يصادف في المصورة والابن والبيض والتوتين والفلادين في الحبوب ، والمهوليينات الفوسفورية توجد في كل المشتقات الحيوانية ، والمهوليينات الصلبة في النسيج الضامة القاسية كالشعر والاذافر والمهوليينات الملوثة في خضاب الدم والمضلات والمهوليينات النووية في نوى الخلايا . وهذه الاخيرة تكون متحدة مع حمض عضوي معقد هو الحمض النووي ، وتعطي بمدتكها بالمصارات الهاضمة واستقلابها فضلات اهمها حمض البول الذي يطرح مع البول والذي لا يعتبر من المهوليينات رغم احتوائه عنصر الآزوت اذ لا يدخل في تركيبه حمض اميني واحد .

وتؤمن المهوليينات النمو وترميم النسيج اذ تعتبر الغذاء الوحيد الذي يحوي الكبريت والآزوت ، ولكن الزائد منها عن حاجة الجسم يستهلك كالكسكاكر والدم في سبيل توليد القدرة لان البدن لا يستطيع ادخالها .

الحماثر تطرأ على الاغذية في البدن الحي تفاعلات كيميائية غايتها تحرير القدرة الكامنة في الغذاء ، وتم هذه التفاعلات في مرحلتين : الاولى في القناة الهضمية والثانية في الخلايا الحية ذاتها . فالذرات المضوية الكبيرة تتحطم الى ذرات اصغر فأصغر (وهذا ما يسمى التحليل) ، ثم يعود البدن الحي فيني من بعض هذه الذرات الصغيرة الاخرى كمصدر للقدرة . ونستطيع في المختبر اجراء بعض هذه التفاعلات الكيميائية ، الا اننا نحتاج لاتمامها الى شروط قاسية كاستعمال الحموض او القلويات القوية او اللجوء الى انفلان مدة طويلة او غيرها من الطرق التي لا تتناسب مطلقاً مع شروط الحياة . اما في البدن الحي فتم هذه التفاعلات بسهولة وفي درجة حرارة الجسم بواسطة عوامل كيميائية خاصة تفرزها الغدد اطلق عليها اسم الحماثر .

صفات الحماثر : تعتبر الحماثر مواد كيميائية ذات طبيعة هوليئية تستطيع بدء وتسريع التفاعلات الكيميائية في البدن الحي ، ويمكن استخلاصها من العصارات التي تحويها بترسيبها بالغول القوي ثم حلها في الماء او الخولين . وتتميز بصفات خاصة نذكر منها :

١ - نوعيتها : يطلب ان تكون الحثيرة نوعية لا تؤثر الا في مادة كيميائية معينة تسمى

المادة المتأثرة ؟ فالحماثر المؤثرة في السكريات مثلاً لا تؤثر في المهوليينات او الدم . كما ان

الخميرة التي تؤثر في سكر معين ولا تؤثر في غيره من السكريات ، ويوجد في البدن والحالة هذه عدد كبير من الخمائر يناسب تنوع تركيب المواد الغذائية .

آلية تأثيرها : لا تزال آلية تأثير الخمائر غامضة حتى الآن ، انما يعتقد ان تأثير كثير من الخمائر لهاضمة يتم بواسطة الحلماة (هيدروليز)، فتتحد المادة بتأثير خميرتها مع شوارد الماء (H^+ , OH^-) وينقسم المركب الى جزئين ، الاول يتحد مع شاردة (H^+) والثاني مع شاردة (OH^-) . فخميرة سكر القصب تحلل سكر القصب الى ذرة من سكر العنب وذرة من سكر الثمار . ومما تجب الاشارة اليه هو ان الخميرة لا تدخل كعنصر اساسي في التفاعل بل كعامل بالتاس يبقى على حاله بعد انتهاء التفاعل :

سكراز + سكر القصب + ذرة ماء \rightleftharpoons سكر عنب + سكر القصب + سكراز .
انقلاب عملها : قد ينقلب عمل الخميرة في بعض الشروط الخاصة فيسير التفاعل بالاتجاه العاكس ، فالخميرة التي تحول سكر العنب الى مولد سكر تعود ، اذا توفرت لها الشروط الملائمة ، فتحول مولد السكر الى سكر العنب .

طلائع الخمائر : تكون الخمائر في الخلايا التي تفرزها بشكل طليمة خميرية اي بشكل غير فعال ربما بسبب اتحادها مع عامل مثبط ، فالهضمين مثلاً يكون بحالة مولد الهضمين في خلايا المشكلة ، ثم ينقلب الى شكل فعال اثر وصوله الى الامعاء، وقد لا يتم هذا الانقلاب الا بوجود عامل خاص يسمى مساعد الخميرة .

شروط عملها : تتأثر الخمائر من العوامل الفيزيائية والكيميائية . فيتوقف عملها في درجة الصفر وتتلف بالغليان وتبلغ اوج نشاطها في درجة فضلى $(40^\circ - 60^\circ)$ ، كما ان لتفاعل الوسط تأثيراً كبيراً عليها فبعضها لا يعمل الا في الاوساط الحامضة بينما يفضل البعض الآخر الاوساط القلوية . ويحتاج بعض الخمائر لبدء عمله الى شوارد معدنية معينة فخميرة تخثر الدم لا تعمل الا بوجود شاردة الكلسيوم (Ca^{++}) .

تصنيف الخمائر الهاضمة : تصنف الخمائر الهاضمة حسب نوع الغذاء الذي تؤثر فيه .

١ - الخمائر الحالة للسكريات : هي تحللي السكريات ويعتبر لها نوعان :

آ - خماثر السكاكر المتعددة : ونحول النشا الى سكر ميعن وسكر شمير ونذكر منها خميرة البتيالين اللعابية ، والآيلاز المشكلية .

ب - خماثر السكاكر الثنائية : وتعيه السكاكر المركبة الى سكاكر بسيطة (احادية) ونذكر منها المالتاز والسكراز واللاكتاز ، وهي تحول سكر الشمير الى سكر العنب وسكر القصب الى سكر العنب وسكر فمار وسكر اللبن الى غالا كتوز وسكر العنب .

٢ - الخماثر الحالة للدم : وتحمل الدم الى حموض دسمة وحلوين وتوجد في العصارات الهضمية .

٣ الخماثر الحالة للهوليئينات : وتحمل الهوليئينات الى مركبات ابسط تختلف بحسب الحميرة المؤثرة . فالهوليئينات تحلل الى آحوزات ثم الى هضمونات ثم الى كثيرات الهضميد واخيراً الى حموض آمينية . ونذكر من هذه الخماثر الهضمين المدي والهضمين الثلاثي المشكلي .

الحيصينات

لقد تبين بالتجربة ان الرواتب الغذائية النظامية والكاملة على الرغم من كمالها كمية ووعاً لا تكفي لضمان توازن الجسم ونموه . اذ يحتاج الشخص لاتمام تغذيته الى تناول مواد مؤثرة تؤثر فيه بكمية قليلة جداً تأثيراً كبيراً وهي مواد لا يستطيع جسمه تركيبها ، أطلق عليها اسم الحيصينات ويفضي نقصها الى اضطرابات اغذية عميقة الاثر قد تؤدي الى الموت . وقد طرحت قضية الحيصينات لأول مرة على بساط البحث في عام ١٨٩٧ بمناسبة كشف مرض يدعى الهزال الرزي (البري بري) انتشر في بلاد الشرق الاقصى حيث يتغذى السكان بالارز المقشور . ويتصف هذا المرض بشلل في الطرفين السفليين وبضور في العضلات واختلالات في القلب والرئتين تفضي الى الموت اذا لم يدرك المريض بالمعالجة المناسبة وقد لوحظ ان السكان الذين يتغذون بالارز الكامل (بقشرة) يفلتون من الالابة بهذا الداء الويل ، لذا عولج المرض في البدء باعطاء المصابين مسحوق قشر الارز فكان النجاح حليف هذه المعالجة في اكثر الحالات .

وقد غذي عدد من طيور الحمام بالارز المقشور فقط فقد ظهر فيها شكل عصبي من الهزال الرزي سمي التهاب الاعصاب التجريبي كفت لشفاءه اضافة مسحوق قشر الارز الى طعام الطيور المصابة . وقد اجريت تجارب اخرى استعملت فيها انواع مختلفة من الجبوب المشرقة ادت كلها الى نتائج مماثلة . فاستنتج ان في قشرة الجبوب المهمة من حيث القيمة الغذائية ، مادة تؤثر بكمية ضئيلة لا يستطيع البدن الاستغناء عنها سميت الحيوين (لانهم كانوا يظنون انها خاثر حية لا يستطيع تركيبتها) ، وسمي الهزال الرزي والتهاب الاعصاب والامراض المشابهة امراض نقص الغذاء . او نقص الحيوين .

وقد حدثت اعراض مماثلة باعطاء الحيوانات اطعمة معقمة بدرجة ١٢٠ فاستنتج ان الحيمينات تلتف بالحرارة الشديدة لذا تفقد من اللحوم المقددة والخضار والثمار المحفوظة والخ . وقد كشفت انواع كثيرة من الحيمينات لاجمال ذكرها هنا .

جهاز الهضم

ينشأ جهاز الهضم من الوريقة الباطنة ويشتمل على قسمين :

١ - انبوب الهضم وهو مجموعة من الاجواف تتوالى بانتظام منذ الفم حتى الشرج .

٢ - الغدد الهاضمة وهي غدد تفرز سوائل تدعى المصارات الهاضمة تهضم الاغذية .

انبوب الهضم

يتألف انبوب الهضم من عدد من الاجواف نذكرها بترتيب : الفم ، والبلعوم والمرئ ، والمعدة والامعاء الدقيقة والغليظة .

الفم : هو جوف مبطن بغشاء مخاطي ، يتصل بالامام بفتحة مجهزة بشفتين متحركتين ويفصله في الوراء عن البلعوم شراع الحنك ونشاهد في الفم الاسنان واللسان .

شكل (١٦٥) جهاز الهضم

١ - الحفاف (شراع الحنك)

٢ - اللسان

٣ - البلعوم

٤ - المريء

٥ - المعدة

٦ - المرئكة

٧ - المستقيم

٨ - الشرج

٩ - الزائدة الدودية

١٠ - المي الغليظ

١١ - الدقاق

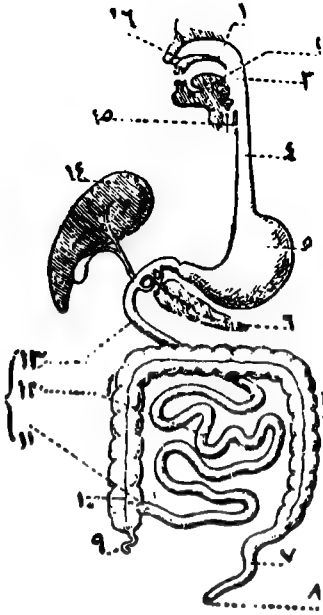
١٢ - الصائم

١٣ - الفج (الاثنا عشري)

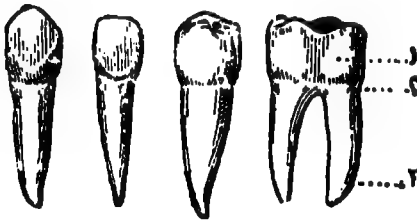
١٤ - الكبد

١٥ - الرغامى

١٦ - الحفران الانتيان



الاسنان : هي قطع صلبة صغيرة منقرسة في الحافة الحرة من الفكين . وللأسنان اشكال مختلفة فهي قواطع وضواحك وارجحية .



شكل (١٦٦) انواع الاسنان

من اليسار الى اليمين ناب ، قاطعة ، ضاحكة ، رحي صغيرة

١ - ناب ٢ - عنيق ٣ - جذر



شكل (١٦٧) الاسنان في نصف فك سفلي

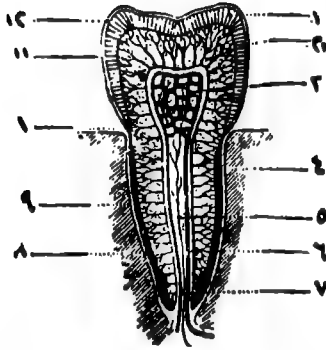
١ - قاطعة ٢ - ارجحية ٣ - ضاحكتان ٤ - ناب ٥ - قاطعتان

ويوضح الدستور التالي عدد الاسنان حسب اشكالها في كل من الفكين :

$$ق \frac{4}{4} + \frac{2}{2} ض + \frac{4}{4} ا + \frac{6}{6} . (١)$$

وينطبق هذا الدستور على الكهول فقط الذين تمت اسنانهم ، اما الاطفال فاسنانهم الاولى عشرون وتسمى بالرواضع ودستورها :

$$ق \frac{4}{4} + \frac{2}{2} ض + \frac{4}{4} . (٢)$$

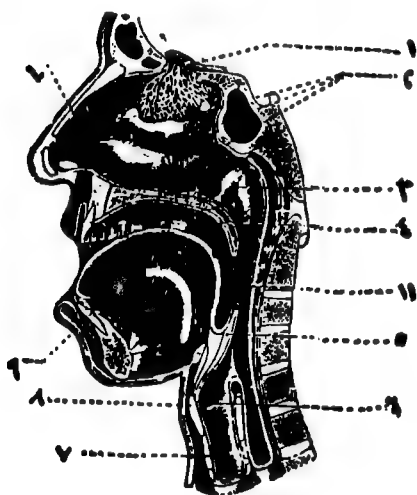


شكل (١٦٨) مقطع قائم في سن
١ — ميناء ٢ — عاج ٣ — لب ٤ — ملاط
٥ — عصب ٦ — شريان ٧ — وريد ٨ —
سنتج ٩ — ١٠ — عنق ١١ — عاج ١٢ — قشرة

وتبد الاسنان عادة في الشهر السادس او السابع من عمر الطفل ، وتكتمل في تمام السنة الثانية بحسب الدستور رقم (٢) ثم تسقط الرواضع بين السنتين السابعة والثالثة عشرة وذلك بضمور جذورها تدريجياً تتخلخل ، فتكفي لاقتلاعها من اللثة صدمة بسيطة وتثبت بعدها الاسنان الدائمة بنمو براعم مدفونة في باطن الفك . ولا تثبت النواجذ الا متأخرة بعد العشرين والثلاثين من العمر ، ويسمى بعضها بضمير اضراس العقل . وقد لا تنمو ابداً .

ورم الاسنان : تتشقق المينا على اثر صدمة ، او تبدل فجائي في الحرارة ، كما في أكل الحمضات وشرب المبردات ، فتمر من خلالها السوائل الحامضة والحرايم فتؤثر في الصاج وتأكله ويفضي ذلك الى انكسار السن ويجتنب روم الاسنان او يؤخر على الاقل بالنظافة التامة .
البلعوم : وهو جوف يحده في الامام الحفاف (شراع الحنك) واللهاة ، وفي الجانب

التوا آن ، يدعيان بسويقي الحفاف (أمامية وخلفية) بينها كتلة بحجم اللوزة ، تدعى اللوزة الحنكية ، ويحده في الورااء العمود الفقري الرقي الذي ستره مخاطية البلعوم . وهو يتصل في العالي بالبلعوم الانفي ، وفي الاسفل في الامام بالحنجرة ، وفي الورااء بالمري . فهو اذن ملتقى تلقتي فيه الطرق القمية ولانفية والرغامية (مع الحنجرة) والمريئية . ولشاهد على جدرانه عضلات حمر مخططة تجتمع حزاماً دائرية عاصرة او مضيق طولية رافعة .
المريء : يتلو البلعوم وهو انبوب طوله ٢٦ سم ، وقطره ٣ سم ، ينزل بمحاذاة العمود الفقري ويخترق معه الحجاب الحاجز لينتهي الى المعدة ويتألف جدار المري من ثلاث اقمصه .
نذكرها من الباطن الى الظاهر :



شكل (١٦٩) مقطع قائم في الرأس والمنق

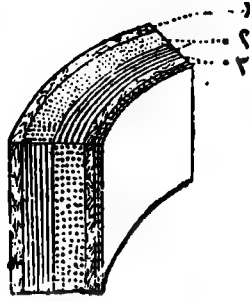
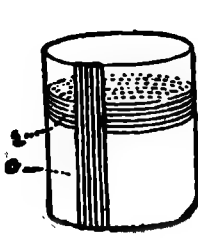
- ١ - عصب الشم ٢ - القريات
- ٣ - لغير اوستاش ٤ - اللهاة
- ٥ - لسان المزمار ٦ - المزمار
- ٧ - الرغامى ٨ - الفصوف الدرق
- ٩ - اللسان ١٠ - الحفرتان الانفيتان

١ - قميص بشرية مكونة من خلايا رصفية مطبقة يبطنها نسيج ضام يدعى مخاطية المري .

٢ - قميص عضلية فيها نوعان من الالياف :

- آ - الياف دائرية في لداخل .
- ب - الياف طويلة في الخارج .

وهذه الالياف مخططة بالقرب من البلعوم ، ملساء في الاقسام الاخرى ويفضي تقلصها الى تضيق لمة المريء والى تقصير طوله .



شكل (١٧٠) بنية جدار المريء

- ١ - القميص الضامة
- ٢ - القميص العضلية
- ٣ - القميص المخاطية
- ٤ - الياف دائرية
- ٥ - الياف طولية

٣ - قميص ضامة محيطية لبغية ورقيقة ،

وفي المريء غدد صغيرة تفرز مخاطاً ينصب بقنوات خاصة على الوجه الباطن للمريء .
ونشاهد مثل هذه البنية في سائر اقسام الانبوب الهضمي .

المعدة : هي جوف واسع يبلغ حجمه وسطياً ١٢٠٠ سم^٢ ويقطع قائماً تحت الحجاب الحاجز في أعلى الخاصرة اليسرى . ويتصل بالمريء بفوهة تدعى الفؤاد تدخل منها الاطعمة ، وتتصل المعدة بالامعاء بفوهة تدعى البواب تخرج منها الاطعمة ، وللبواب دسام ، يدعى الدسام البوابي مؤلف من حوية فيها مصرة عضلية . يغلّق تقلصها فوهة البواب ، كما يغلّق الحبل فم الكيس . والمعدة انحناء كبير وانحناء صغير ، كما تنفتح المعدة في اليسار بالقرب من الفؤاد مشكلة جيب الهواء . وقد تكون كمية الهواء المزدد مع الاطعمة كبيرة جداً فتحدث اضطرابات مختلفة منها الخفقان والجشأت والثقل واضطراب نظم القلب والنخ ..

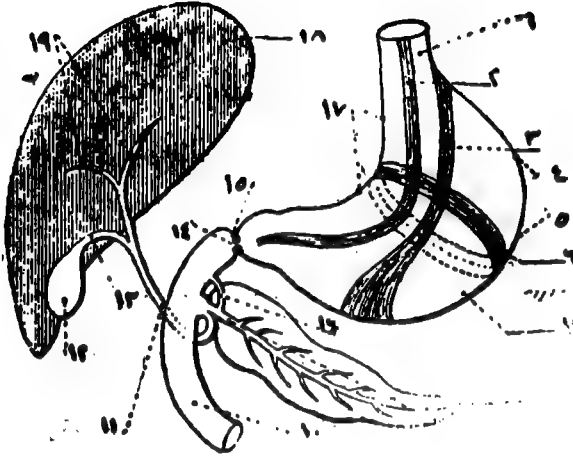
أما جدار المعدة فيبلغ ثخنه ٢ - ٣ مم . ويشتمل من الباطن الى الظاهر على الاقسام التالية:
١ - بشرة خلاياها على شكل موشور بضاعفها نسيج ضام تدعى مخاطية المعدة ، لونها وردي وفيها ثنيات كثيرة المدد ، توسع سطحها وتحتوي على غدد صغيرة (الغدد المعدية) تفرز عصارة تدعى عصارة المعدة .

٢ - قميص عضلية ملساء مؤلفة من ثلاثة أنواع من الالياف .

آ - الياف اُربية تقلص فتضيق المعدة .

ب — الياف طويلة تقلص فتقصر المعدة .

ج — الياف مائلة تنشأ من الفؤاد وتنتشر على سطح المعدة كالوشاح ، فتساعد ، متى تقلصت ، على مزج الاطعمة بالمصرة . ولتشارك هذه التقلصات مما تقطعي المعدة اشكالاً مختلفة حين العمل .



شكل (١٧١)

المعدة مع الكبد والمشكلة

- ١ - الفؤاد ٢ - عضلات طويلة
- ٣ عضلات مائلة ٤ - الانحناء الكبير
- ٥ - عضلات دائرية ٦ - المعدة ٧ - المعدة
- ٨ - المشكلة ٩ - قناة فيرسنغ ١٠ - الماء
- ١١ - قناة جامعة ١٢ - حرارة
- ١٣ - القناة المرارية ١٤ - البواب
- ١٥ - الدسام البوابي ١٦ - قناة مشكية
- ١٧ - الانحناء الصغير
- ١٨ - الكبد ١٩ - القناة الكبدية

٣ - قميص مصلية تحيط بالسطح الظاهر من المعدة وهي وريقة من الباريطون . اما الاحشاء المحيطة بالمعدة فتجاور المعدة في اليمين الكبد وفي اليسار والوراء الطحال ، وفي الاسفل المشكلة (البانكرياس) .

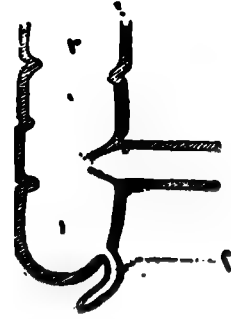
المعي الدقيق : يتلو المعدة انبوب طويل ، طوله ثمانية أمتار تقريباً ، وقطره ٣ سم ، يدعى المعى الدقيق ولا يستطيع البطن ابوابه ، لذا يلتوي على نفسه اتواءات عديدة ، تدعى التلافيف المعوية . ويقسم المعى الدقيق الى ثلاثة اقسام :

١ - الفعج او الاثنا عشري ، ويبلغ طوله ١٥ سم (١٢ اصبعاً) وهو القطعة التي تلي المعدة مباشرة .

٢ - الصائم : ويشتمل على القسم الاكبر من المعى .

٣ - الدقاق : وهو القطعة الاخيرة من المعى الدقيق ، وتنفتح على الاعور بفوهة مجهزة بشفتين تكونان دساماً يدعى الدسام الدقاقى الاعوري ، او دسام بوهن ويسمح هذا

الدسام بمرور المواد من الدقاق الى الاعور ويمنع عودتها بالاتجاه المعاكس .



شكل (١٧٢) الدسام الدقاقى الاعور

١ - الدسام ٢ - الزائدة الدودية

٣ - القولون ٤ - الاعور



شكل (١٧٣) الدسامات المتداخلة والزغابات

في المي الدقيق

١ - دسامات متداخلة ٢ - زغابات

وتبرز في سطح المي الباطن ، صفائح او انثناءات ، تدعى الدسامات المتداخلة ، وتمد منها ، في سطح الامعاء كلها ، ثمانية التواء تقريباً . وتكسو هذا السطح الباطن أوبار لايجوز طولها ملبستراً واحداً . فتعطيه ملمساً مخلياً وتدعى الزغابات . ولهذه الزغابات شأن كبير في امتصاص الاغذية ، وتفضي الزغابات والدسامات المتداخلة الى توسيع سطح الامعاء توسيعاً كبيراً . وترص سطح الامعاء الباطن أيضاً هنا وهناك ، كتل غدية من الكريات البيض ، تبرز تحـ سطح الغشاء المخاطي ، وتدعى الاجربة المسدودة ، وهي تشبه في بنيتها العقد البلغمية . ويبلغ مخن جدار الامعاء ٢ - ٣ مم وهو يتألف كجدران سائر اقسام انبوب الهضم من :

آ - قبيص مخاطية تحتوي على عدد من الغدد الدقيقة (الغدد المعوية) تفرز العصارة المعوية .

ب - قبيص عضلية عضلاتها ملس دائرية وطويلة ، تنقلص فتحدث حركات حوية .

ج - قبيص ضامة مصلية تدعى المساريقا ، وهي قطعة من الباريطون تحيط بالوجه الظاهر من الامعاء وسنأتي على ذكر الزغابات مفصلاً مع صورتها البيانية في بحث الامتصاص .

المعى الغليظ : يصب المعى الدقيق كما رأينا في المعى النليظ ، والمعى الغليظ انبوب قطره ١٠ سم ، وطوله ١٥٠ سم تقريباً ، يميز بسهولة بضخامته وبسطحه المحدب ، الذي ينتفخ انتفاخات تفصل بينها اختناقات . وهو يبدأ في الحفرة الحرقفية اليمنى ، بقطعة كقعر الكيس تدعى الاعور ، في اسفلها انبوب لحمي رفيع مطلق يدعى الزائدة الدودية . وتضبر الزائدة قطعة معوية ضامرة ، تكون في بعض الاحيان مقرأ لالتهابات خطيرة ، تستدعي المبضع وقطع الزائدة الملتهبة .

ويبدأ الاعور في العالي بالقولون ، الذي يصعد في البدء بمحاذاة الخاصرة اليمنى (القولون الصاعد) ثم ينمطف فيصبح افقياً (القولون المعترض) ، ثم ينزل في اليسار بمحاذاة الخاصرة اليسرى (القولون النازل) ويتصل بقطعة تشبه حرف (س) منكس ، تدعى السين الحرقفية ، تنتهي بقطعة قائمة ، تدعى المستقيم وفي نهايتها فوهة تدعى الشرج . اما بنية المعى الغليظ فتشبه بنية المعى الدقيق ، بيد ان القميص العضلية فيه تنقسم الى ثلاث عصابات ضيقة طويلة ، تنشأ الانتفاخات من المناطق التي تفصل بينها . وليس في الغشاء المخاطي هنا زغابات ولا غدد هاضمة ، اما توجد فيه غدد مخاطية فقط تفرز غمافاً يسهل انزلاق المواد .

نستنتج مما تقدم أن بنية الانبوب الهضمي واحدة في سائر أقسامه ، فهو يتألف من ثلاثة اقمصة : قميص مخاطية مبطنه ، و قميص عضلية متوسطة ، و قميص مصلية ظاهرة .

فيزيولوجيا الهضم

١ - الهضم الفمي

متى دخل الطعام الى الفم خضع لماملين . عامل آلي وهو المضغ وعامل كيميائي هو اللعاب (الهضم اللعابي) ويتم المضغ بواسطة الاسنان بينما الهضم اللعابي بواسطة مفرزات الغدد اللعابية .

المضغ : تقطع الاسنان الاغذية لإرباً وتسحقها بفضل حركات الفك السفلي ، وهي حركات رفع وخفض وطحن . وتقوم بتحريك القم عضلات تدعى العضلات الماضغة . ومن البديهي ان المضغ الجيد يسهل هضم الاغذية ، اذ نعرف جيداً ان المضغ الناقص يحدث كثيراً من الآفات الممدية المعوية وسوء الهضم . اما مركز المضغ فهو في البصلة السيسائية .

الغدد اللعابية : وهي كتل من نسيج غدي تعد ثلاثة أزواج وتستقر داخل التجويف جانب الفم ، ثلاثة في كل جانب :

١ - الغدة النكفية : وتقع اسفل وامام الأذن ويؤدي التهابها الى النكاف (ابي كعب) وهي اكبر الغدد اللعابية حجماً وافرازها مصلي غير لزج يفرغ بواسطة قناة ستينون التي تصب حذاء الضاحك الثاني العلوي .

٢ - الغدة تحت الفك : وتقرّب بحجمها الجوزة الصغيرة وتستقر تحت عظم الفك السفلي وأنسبه حذاء جذر تنوء الصاعد . اما افرازها فمختلط (مصلي مخاطي) يفرغ بواسطة قناة وارطون تصب في ارض الفم حذاء نهاية لجام اللسان الامامية .

٣ - الغدة تحت اللسان : وهي اصغر الغدد حجماً وتقع وحتي لجام اللسان فتشكل جسراً بين اللثة واللسان ، وهي مستورة بششاء مخاطي وافرازها مختلط ايضاً .

وهناك بالإضافة الى هذه الغدد تشكيلات غدية اخرى وافرازها مخاطي يرطب الطعام ويجعله قابلاً لتكتل لقمة واحدة . وتتوزع التشكيلات المذكورة تحت الفشاء المخاطي للشفة والخدين والحنك .

اللعاب : وهو خليط من مفرزات الغدد اللعابية بشكل سائل لزج عتم معتدل التفاعل تقريباً وذو وزن نوعي ضئيل . ويدخل الماء في تركيب اللعاب بنسبة كبيرة (٩٩ ٪) ، اما العناصر الاساسية فهي خميرة اللعابين (بتالين) ومادة المخاطين واثراً من الأملاح غير المضوية ، وتميل املاح الكلسيوم الموجودة في اللعاب الى انترسب داخل القنوات اللعابية (حصيات) أو على الاسنان (قلع) .

الهضم اللعابي : ويتم امتزاج اللعاب بالطعام المزرد وذلك بفضل خميرة اللعابين التي

لا تؤثر الا في المواد النشوية والتي لا تعمل الا في وسط يقرب تفاعله من الاعتدال . ويستمر تأثير الخميرة المذكورة حتى بعد وصول اللقمة الطعامية الى المدة . لان المصارة المدية الحامضة لا تمتزج بكامل هذه اللقمة الا بعد مدة من الزمن . والهضم اللعابي قليل الشأن عادة اذ لا يبقى الطعام في الفم الا لمدة وجيزة . اما خيرة اللعابين فهي تحول النشاء الى سكر ميسن ثم الى سكر شعير .

وظائف اللعاب : وهي فبرائية وكيميائية ؛ فاللعاب :

- ١ - يرطب الفم واللسان والشفيتين والبلعوم فيساعد بذلك على الكلام .
- ٢ - ويرطب الطعام ويجعله قابلاً للتكتل لقمة واحدة جاهزة للبلع .
- ٣ - ويساعد على انحلال الاطعمة التي تؤثر بعد ذلك على البراعم الذوقية في اللسان محدثة حس الذوق .
- ٤ - ويؤثر على المواد النشوية فيحولها الى سكر ميسن (دكسترين) .
- ٥ - واخيراً ، فان اللعاب يقوم الى حد ما بتنظيف الفم (يتسخ اللسان اثناء الحيات لنقص افراز الغدد اللعابية) .

(اجراء تجربة تبين تأثير اللعاب على النشاء المطبوخ) .

التأثير العصبي على اللعاب : ينشط افراز الغدد اللعابية بتأثير رائحة الطعام او منظره خاصة اذا كان شهيأ ويتم ذلك بتأثير منمكس نفسي ، ويزداد الافراز عند تنبه البراعم الذوقية في اللسان .

٢ - الهضم المعدي

يحدث الهضم في المدة بتضافر عاملين : كيميائي وهو المصارة المدية التي تفرزها الغدد المدية ، وآلي هو مزج الطعام بهذه المصارة ويتم بفضل حركات المدة .

الغدد المعدية : هي غدد صغيرة جداً كبيرة العدد (٦ - ٧ ملايين) تستبطن غشاء المدة المخاطي ، وهي انبوية بسيطة أو مركبة تكثر في قعر المدة وتآلف من نوعين من الخلايا : خلايا صغيرة شفافة تحدد لمعة الغدة وتدهى اغلايا الاصلية ، وخلايا كبيرة قاعمة

حبيبية ، تبدو متفرقة هنا وهناك في وحشي جذر المدة ، وتدعى الخلايا الهامشية . وينعدم وجود هذه الاخيرة قرب البواب . ويمتد ان الخلايا الاصلية تصنع خميرة المضمين وان الخلايا الهامشية تصنع حمض كلور الماء .

العصارة المعدية : وهي مجموعة افرازات الغدد المعدية ، ويمكن الحصول عليها بمصها عبر انبوب يدخل الى المدة عن طريق الفم .

٢ - تركيبها : العصارة المعدية سائل رائق عديم اللون يدخل في تركيبه حمض كلور الماء وخميرة حالة للهولينية (هضمين) وحكمة من المخاط مع حائة خاصة هي المدين (غاسترين) . ويعتبر البمض ان العصارة المعدية تحوي خمائر اخرى : كالصابوناز (اللياز) [التي تؤثر في الدم والانفحة التي تؤثر في اللبن ، وقد وجد ان مصدر الخميرة الاولى عفجي وان الخميرة الثانية لا توجد الا في معد الاطفال وصغار الحيوانات اللبونة .

ب - وظائفها : تؤثر العصارة المعدية في جميع انواع الاغذية على النحو التالي :
١ - تؤثر خميرة المضمين بوجود حمض كلور الماء في الهولينية فتعظمها جزئياً حسب المراحل التالية :

أحين ← هولينية حامضة ← آحوزات ← هضمونات .
٢ - يساعد حمض كلور الماء على تركيب المضمين وقتل الجراثيم في المدة .
٣ - تسبب خميرة المضمين تحتر اللبن بتحويلها مولد الجبنين المنحل الى جبنين مترسب ، وتقوم خميرة الانفحة بهذا العمل في معد الاطفال . وربما كانت الغاية من هذا الفعل تأخير انقراغ اللبن من المدة حتى يهضم .

اجراء تجربة تبين تأثير المضمين على آح البيض .

اجراء تجربة تبين تأثير الانفحة على الحليب .

٤ - تفرز حائة المدين من النشاء المخاطي في كل المدة (منطقة البواب) والمفج ، وتؤثر هذه الحائة بمد وصولها الى الدم على الخلايا القدية في المدة فتفتحها على الافراز .

٥ - يفرز النشاء المخاطي المعدني عنصراً آخر هو عامل كاسل الداخلي الذي يساعد على امتصاص الحيمين ب ١٢ (عامل كاسل الخارجي) . ويحتزن الحيمين المذكور في

الكبد ، ووظيفته تنشط صنع الكريات الحمر ، لذا ترافق استئصال المعدة في الانسان بفاقة دموية .

— نواظم الافراز المعدي : وهي على نوعين ، عصبية و كيميائية :

التاثير العصبي : يزداد النشاط الافرازي في المعدة عند رؤية الطعام او شم رائحته او مجرد التفكير به ، بينما ينقص كثيراً اثناء الانفعالات النفسية كالقلق والحزن ، ويكون ذلك بتاثير منعكسي نفسي .

التاثير الكيميائي : ويتجلى تاثيره لمدة اطول من السابقة ، ويتم بفضل حائمة المدين التي تفرز بمجرد ملامسة حاصلات الهضم مخاطية البواب . ويلاحظ ان الدمس تلبط افراز المدين وتاثيره . وربما كان ذلك بسبب انطلاق حائمة اخرى الى الدوران تسمى الانتروغاسترون . وتزيد المواد المشابهة للأستيل كولين (المقلدة لنظير الودي) في نشاط الافراز المعدي .

حركات المعدة : وتختلف بطبيعتها عن حركات الفم والمريء وتدرس هذه الحركات بالتنظير الشعاعي خلف الدريئة المتفلورة بعد اعطاء الشخص وجبة من كبريتات الباريوم الظليلة بالنسبة للأشعة السينية ، كما تدرس في الحيوانات بعد فتح البطن ورؤية المعدة مباشرة . وتنطبق جدران المعدة على بعضها حين خلوها من أية مادة طمامية ، وحين وصول الطعام لسترخي عضلات المعدة لتتلام مع حجمه . وتبدو المعدة على الدريئة الشعاعية بشكل حرف (ل) ، ولا تظهر على نصفها العلوي اية حركة بينما تبدأ من منتصفها موجات من التقلصات تدفع البواب امامها من وقت لآخر لتسمح لكمية من الطعام بالوصول الى الفج .

وتختلف مدة انقراغ المعدة باختلاف نوع الطعام المزدد ، فالطعام المؤلف من كمية من الحبوب المسلوقة لا يبقى في المعدة اكثر من ساعتين ، بينما تبقى اللدسم مدة اطول نسبياً وتبقى مصرة البواب مسترخية عند خلو المعدة من الطعام وتستمر كذلك حتى بعد شرب السوائل التي تصل هكذا الى الفج بسرعة . ويسمع استرخاء المصرة البوابية بوصول مفرزات الفج الى المعدة وهذا ما يعرف بالمعكس البوابي .

نواظم التقلصات المعديّة : وهي ذات طبيعة مقعدة لا زال مغفلها غامضاً . ومما لا شك فيه ان العامل المسيطر فيها هو المصّب المبهم وان لم تتضح بعد آلية تأثيره . ويبدو ان لهذا التأثير علاقة بمحتوى المعدة .

وقد تنفرغ المعدة من الفم بدلاً من البواب ويسمى انقراغها هذا قيثاً ويحدث ذلك بتأثير تقلصات انعكاسية في كل من المعدة والمريء تدفع بالطعام الى الفم .

فنايج الهضم المعدي : الكيموس :

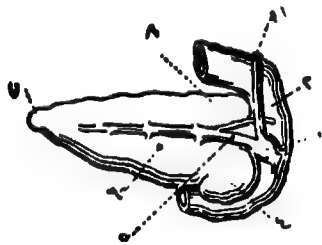
يطلق على الاطعمة المختلطة في المعدة اسم الكيموس وهو يشتمل على :

- ١ - نشويات مختلطة باللحاح الذي يكمل فعله فيها . ٢ - دسم لا يؤثر فيها مؤثراً في المعدة الا اذا كانت مستحلبة . ٣ - آحوزات وهضمونات نشأت من هضم المواد الآحية .
- ٤ - سكريات لا تفعل فيها عصارة المعدة . ٥ - ماء واملاح معدنية . ويكون الكيموس في البدء عجيباً ثم يتميع تدريجياً ويصبح حامضاً . ومثى بلغت الحموضة درجة معينة اثر الحامض في مخاطية البواب فاسترخت مصرته وسال منها الكيموس مدفوعاً الى الفجج بتقلصات المعدة بدفقات متتالية .

الهضم المعوي

تتقدم الاغذية في المعى الدقيق بفضل الحركات الحولية ، وتفعل فيها في طريقها ثلاثة

انواع من المصارات : المصاراة المشكلية والصفراء والمصاراة المعوية .

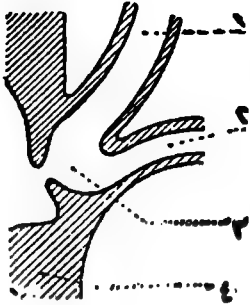


المشكلة شكل (١٧٠)

- ١ - القناة الجامعة ٢ - الفجج ٣ - مجل
- ٤ - راس المشكلة ٥ - قناة مشكلية
- ٦ - جسم المشكلة ٧ - ذب المشكلة
- ٨ - القناة اللاحقة .

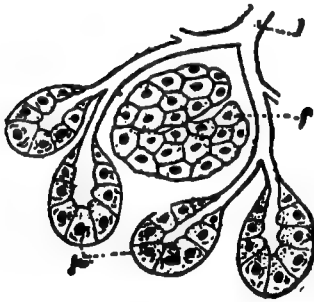
أولاً - المشكلة (البانكوياس) هي غدة عنقودية تقع وراء المعدة والى الاسفل قليلاً منها . لها رأس ضخمة يسكن في عروة الفجج وجسم يرق تدريجياً وينتهي في اليسار بالقرب من الطحال بذب دقيق . وتنصب مفرزات المشكلة في الفجج بواسطة قناة وايسونج المشكلية . وتشترك قناة وايسونج مع القناة الجامعة الكبدية بمصّب

واحد يدعى مجل وائر . واذا دققنا في مقطع رقيق من الإسج المشكلي وجدنا أن



شكل (١٧١) مجل وائر

- ١ — القناة الجامعة (كوليوك)
- ٢ — قناة ويسونغ ٣ — مجل وائر
- ٤ — المفعج (الاثنا عشري)



شكل (١٧٢) قطعة من مشكلة تحت المجر

- ١ — قناة الافراغ ٢ — جزيرة لانقرهانس
- ٣ — غنات غدية (افراز خارجي)

المشكلة تتألف من عناقيد غدية تتصل بالقنوات المفرغة ، ومن كتل مدورة ، خلاياها حبيبية لاتصل بهذه القنوات ابدأ وقد اطلق على هذه الكتل التي تشبه جزراً منبثة بين العناقيد اسم جزر لانقرهانس ، وهذه الجزر غدد صم تفرز الانسولين وهي مادة لها شأن كبير في حرق السكريات كما سنرى فيما بعد . ويطلق على مفرزات المشكلة المنصبة في العفج اسم العصارة المشكلية .

افراز العصارة : يتم افراز العصارة المشكلية بتأثير التنبيه الذي يحدثه الكيوس الحامض في مخاطية المفعج . اذ تفرز هذه المخاطية متى لامستها عصارة المعدة الحامضة ، مادة تدعى الافرازين تمنصها الاوعية الدموية فتصل بطريق الدم الى المشكلة ، وتمحض خلاياها على الافراز ، وهكذا تسيل من قناة المشكلة عصارة غزيرة . ونطلق على المواد الحامضة على الافراز كلافرازين اسم الحاثات (الهرمونات)

٣ — تركيبها : هي سائل لزج تفاعله فلوي ويحتوي على ماء واملاح معدنية (كلورو وفوسفات وكربونات قلوية) واربعة خمائر : خميرة النشا (اميلاز) وخميرة الشعير (مالتاز) والصابوناز (ليباز) المشكلية ، والمضمين الثلاثية (تريسين) .

٤ — تأثيرها في الاغذية : أ — تأثير خميرة النشا : تهضم هذه الخميرة المواد النشوية أولاً الى يمينيات (ديكسترين) ثم الى سكر شعير ويشبه تأثيرها هذا تأثير خميرة اللعاب

يبد ان خميرة النشا أقوى بكثير من خميرة اللعاب اذ يتناول تأثيرها النشا التي الذي لا تؤثر فيه خميرة اللعاب .

ب — تأثير خميرة الشمير : تهضم هذه الخميرة سكر الشمير الحاصل من تأثير الخميرة السابقة فتحوله الى سكر عنب .

ج — تأثير الصابوناز : تجربة تأثير الليياز المشكلية على زيت الزيتون . تهضم الصابوناز او الليياز المواد الدسمة فتحولها في البدء الى مستحلبات فاذا اضفنا قطرة من عصارة المشكلة الى قليل من الزيت حصلنا على سائل ابيض لبني ، يسمى مستحلب الزيت . ثم تؤثر الصابوناز في هذه المستحلبات الدسمة فتحللها الى حلوين والى حموض دسمة مثلاً .

ليياز + زيت + ماء = حلوين + حامض زيت

وتؤثر كربونات الصوديوم الموجودة في العصارة المشكلية ، في قسم من هذه الحموض الدسمة فتحوله الى صابون مثلاً :

حامض زيت + كربونات صوديوم = صابون (زيتات الصوديوم) + ماء .

فلاحظ هكذا أن الدسم مستحلب وتتصبن فتحول الى حلوين وحموض دسمة وصابون . وسنرى فيما بعد أن الصفراء تسهل عمل الصابوناز المشكلية وتؤهب له .

تأثير المضمين الثلاثية (التريبسين) : تؤثر هذه الخميرة في المواد الآزوتية فتشبه بذلك هضمين المعدة ، بيد أنها أقوى منها بكثير . وهي تحلل المواد الآحية الى آحوزات وهضونات ثم تحولها الى حموض أمينية .

ولا بد لنا هنا من ذكر شرطين أساسيين لا تؤثر المضمين الثلاثية بدونها :

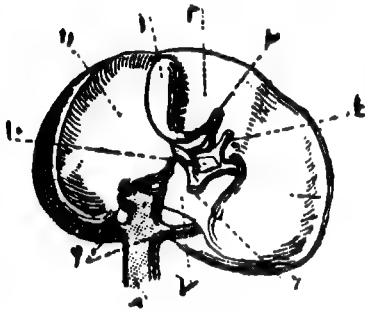
١ — وجود (مولد المضمين الثلاثية) وهي إحدى خمائر العصارة المشكلية ، وفي عصارة الامعاء مادة تحول مولد المضمين الثلاثية الى هضمين ثلاثية وتسمى هذه المادة خميرة الامعاء (انتروكيناز) .

٢ — وجود الوسط القلوي او المتدل : فالكيموس الآتي من المعدة حامض وتمسدل حموضته قلوية الصفراء . وعندها فقط تؤثر فيه المضمين الثلاثية .

شأن الهضم المعكلي : ان دور المشكلة في الهضم كبير جداً اذ رأينا ان عصارتها

تؤثر في انواع الاغذية كلها ، فاذا منعتنا المصارة من الوصول الى المي فان نصف الاطعمة او اكثر يخرج كما هو بدون هضم وهزل الحيوان سريعاً . واذا استئصلت المشكلة استئصالاً تاماً زادت الاعراض السابقة ورافقها داء سكري (ديابيت) قال .

ثانياً — الكبد : هي اضخم الغدد وتزن في الحي ٢ كع تقريباً وهي غدة تقع في أعلى البطن وأيمنه تحت الحجاب الحاجز مباشرة وتمتد الى اليسار قليلاً فوق المعدة وكتلة الامعاء . ولونها اسمر خمري . والكبد وجان وجه علوي محدب ووجه سفلي مقعر وهي مُجَنَّبَةٌ



شكل (١٧٣)

- ١ - الحويصل الصفراوي ٢ - الفص المربع
- ٣ - القناة الجامعة (كوليدوك) ٤ - الشريان الكبدي
- ٥ - الفص الايسر ٦ - وريد الباب
- ٧ - فص سيجل ٨ - الوريد الاجوف السفلي
- ٩ - الاوردة فوق الكبد
- ١٠ - القير ١١ - الفص الايمن

وقد رأينا ان وريد الباب يجمع الدم العاتم من شعريات المعدة (الوريد المعدي) والامعاء والطحال (الوريد المعوي والطحالي) والمشكلة ثم يتفرغ بدوره من جديد الى شبكة شمية ثمانية تتوزع في الكبد . وقد سميت الجملة من الشريتين ووريد الباب الذي يجمع بينها الجملة البابية الكبدية .

ب — تصدر من الكبد ثلاثة اوردة تدعى الاوردة فوق الكبد (دم عاتم) تصب في الوريد الاجوف السفلي .

القنوات الصفراوية : تخرج الصفراء من الكبد بالقناة الكبدية التي يبلغ طولها ٧ - ٨

سم وتتفرع هذه القناة بعد خروجها من الكبد الى فرعين ، فرع يذهب الى الحويصل الصفراوي او المرارة ويدعى القناة المرارية وفرع يكمل سيره نحو الفج الى مجل واطر ويسمى القناة الجامعة . والمرارة حويصل يبلغ حجمه ٥٠ سم^٣ يلتصق على الوجه السفلي من الكبد بين الفص الايمن والفص المربع . وتمصب الكبد خيوط عصبية من العصب الزئوي الممدي والمصب الودي .

بنية الكبد : يحيط الباريطون بالكبد كما تحيط به محفظة ليفية ضامة شفافة تدعى محفظة غليسون وتبعث هذه المحفظة في نسيج الكبد حجبا كثيرة ليفية تقسمه الى حبرات صغيرة الحجم كثيرة العدد يبلغ حجمها حجم رأس الدبوس (١-١٥سم) وتدعى فصيصات الكبد . وتمطي هذه الفصيصات للكتلة الكبدية منظرا حبيبيا . تتألف الكبد اذا من مجموعة من الفصيصات الكبدية .

عصارة الكبد : الصفراء : هي سائل لزج خائط تفرزه الكبد . لونه أصفر في الانسان ، تفاعله قلوي وطعمه مر شديد وتنصب الصفراء في الفج حتى يلامس الكيموس او المواد الدسمة مخاطية الامعاء . وتعتبر الصفراء مجموعة من الفضلات يطرحها البدن بواسطة الكبد وسنأتي على ذكرها مفصلا في بحث الاطراح ونكتفي الآن بذكر تأثيراتها في الهضم ، اذ انها على الرغم من تجردها من الحماض تلعب فيه دورا كبيرا فهي :

- ١ - تعدل بقلويتها حموضة الكيموس فتهد السبيل لامتصاص الهضمين الثلاثية .
- ٢ - تسهل عمل عصارة المشكلة في الدسم اذ بوجودها تنشط الصابوناز نشاطا زائدا .
- ٣ - تلزم لامتصاص الدسم ، فاذا حرمتا كلبا من صفرائه بفتح ناسور في مزارته فان الدسم التي يأكلها تنطرح في برازه بدون هضم . واذا اضفنا الى طعامه صفراء مع الدسم غاد هضمه لها طبيعيا . وهكذا يتضح ان عصارة المشكلة وعصارة الكبد تلزمان معا لامتصاص المواد الدسمة .

٤ - تنبه حركة الامعاء الحولية وتفضي الى تقلص الزغابات المعوية تقلصا يساعد على سقوط بشرة الامعاء البالية .

- ٥ - تلعب دورا مضادا للفساد فتمنع التفسخ وتلف الكثير من الجراثيم .

ثالثاً - الغدد المعوية : هي غدد تستبطن غشاء الامعاء المخاطي وتكون على نوعين : غدد عنقودية صغيرة (غدد بروزر) تكثر في مخاطية المفعج وغدد انبوية (غدد ليبركون) تنتشر في مخاطية الامعاء الدقيقة كلها . وتسمى مفرزات هذه الغدد عصارة الامعاء وتشاهد في مخاطية الامعاء الدقيقة بالإضافة الى هذه الغدد ، غدد لا تفرز عصارات ، بل تفرز مخاطاً يزلق سطح الامعاء ويقلل السطح الماضم ، وتسمى الغدد المخاطية . ولنذكر ان المني الفليظ لا يحوي سوى غدد مخاطية فقط .

عصارة الامعاء : يلاحظ ان الغدد المعوية لا تأخذ بالاخراج الامني لامتصاص الكيموس الحامض مخاطية المفعج .

تركيبها : عصارة الامعاء سائل خائط تفاعله قلوي شديد يحتوي على ماء واملاح معدنية (كلورور و كربونات صوديوم) وخمائر كثيرة : منها خميرة الشعير (المالتاز) والسكراز او القالبين وخميرة اللبن (لاكتاز) ومنها الصابوناز (ليباز) والمضمين (اريسين) وخميرة الامعاء (انتروكيناز) .

تأثيرها في الاغذية : تحول خميرة الشعير سكر الشعير الى سكر عنب فتشابه بتأثيرها هذا خميرة الشعير المشكلية ، وتحول خميرة اللبن سكر اللبن الى سكر عنب ايضاً والى غالاكتوز (وهو سكر مماثل لسكر العنب) . وتحول القالبين سكر المصان الى سكر عنب وهكذا تتحول كافة السكريات بتأثير عصارة الامعاء الى سكر عنب او الى سكاكر من فصيلته قابلة كلها للامتصاص . اما الصابوناز فتصبن الدسم المستحلبة (كالقشدة ودسم الملح) واما المضمين فتكسر هضم المواد الآزوتية فتحول ما هرب منها من تأثير المضمين الثلاثية الى حموض أمينية كما تهضم الجبنين هضمًا تاماً . واخيراً تحول خميرة الامعاء مولد المضمين الثلاثية الى هضمين ثلاثية فعالة .

نتيجة الهضم كيلوس : تتحول الاغذية الواردة الى الامعاء بتأثير العصارات السابقة الذكر ، الى اغذية قابلة الامتصاص . ونجمل هذه التحولات في القداد التالي :

نوع الغذاء قبل الهضم	نوعه بعد الهضم
ماء	ماء
ملاح معدنية	ملاح معدنية
سكرات	سكر عنب (وفصيلته)
نشويات	يمينيّات وسكر عنب
دسم	مستحلبات و -لوتين وحموض دسمة وصابون
اغذية آزرؤية	حموض آمينية

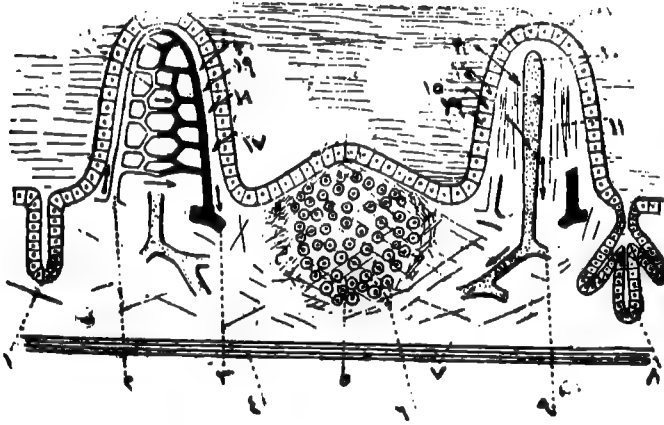
وتختلط هذه المواد المهضومة بالصفراء وبالمصارات الهاضمة الفائضة وبالمخاط وتفلست البشرية البالبة ، وبالفضلات غير المهضومة كالسللوز والجراثيم ، فيتكون من هذا المزيج سائل ابيض لبني (لوجود المستحلبات) يدعى الكيلوس ، تسوقه حركات الامعاء الخولية التي تستيقظ بالانكاس نحو الدقاق وينلظ قوامه تدريجياً ويقل مقداره لان الزغابات تختص منه الاقسام السائلة والغذية . وتقدر المدة التي تمكثها الاغذية في الامعاء بـ ٤ — ٦ ساعات تقريباً . وحتى وصلت هذه المواد الى نهاية الدقاق تكون قد غلظت وفقدت اكثر موادها الغذائية فينطلق عليها اسم البراز او الفائط . وتعتبر هذه الفضلات المصراغ الدقاقي الاعوري الى المعى الغليظ حيث تمكث نحواً من اربع وعشرين ساعة قبل ان تنطرح نهائياً من الشرج ويسمى انطراحها هذا التفوط وتنظمه تقلصات مصرة الشرج .

اطلاصة : تدخل الاغذية المختلفة الى البدن فتحول فيه بواسطة الهضم الى عدد من المركبات يستطيع امتصاصها واستعمالها ، اما في توليد القدرة (الطاقة) او في الترميم او في الادخار .

امتصاص الاغذية

تمتص عناصر الكيلوس المغذية في المني الدقيق ، وتمر منه الى جهاز الدوران ، ويسمى امتصاصها هذا الامتصاص الهضمي او الموي .

بنية الجهاز الهضمي : رأينا ان بطانة الامعاء فيها أوبار صغيرة تدعى الزغابات . وهي كثيرة في الصائم قليلة في الدقاق ومعدومة في المني الغليظ ، وتكسو سطح الزغابات بشرة الامعاء ، وهي بشرة خلاياها ذات طبق مخملط . وتعتبر هذه الخلايا اعضاء الامتصاص الحقيقية اما الزغابة نفسها فتتألف من محور ضام شبكي نشاهد فيه عضلات ملس تحرك الزغابة ، كما نشاهد فيه ايضاً اوعية دموية . وفي مركز المحور وعاء شعري بلغمي يدعى الوعاء الكيلوسي المركزي .



شكل (١٧٤) زغابتان معويتان ، امتصاص الكيلوس

- ١ - غدة ليبركون
- ٢ - شريان
- ٣ - وريد
- ٤ - عضلات دائرية
- ٥ - جراب مفلق
- ٦ - كريات يبي
- ٧ - نسج ضام
- ٨ - غدة بروتر
- ٩ - اوعية كيلوسية
- ١٠ - الوعاء الكيلوسي المركزي
- ١١ - عضلات ملس
- ١٢ - بشرة معوية (١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦)
- ١٦ - المواد المتصه بطريق الاوعية الكيلوسية
- ١٣ - المتعلبات
- ١٤ - الحلون
- ١٥ - الحموض الدسه
- ١٦ - الصابون
- ١٧ - الحوامض الدسه
- ١٨ - الحوامض الآمينية (الهضميدات)
- ١٩ - سكاكر النوب والملاح المدية
- ٢٠ - الماء
- ٢١ - شعريات دموية
- ٢٢ - الكيلوس

٢ — آلية الامتصاص المعوي : تمتص خلايا بشرة الامعاء المواد الحاصلة من نتيجة الهضم وقد ظن مدة طويلة ان الامتصاص يتم بالحلول البسيط الذي درسناه مفصلاً في السنة السابقة فتمر الاغذية عبر غشاء الخلايا المعوية كما تمر عبر غشاء ميت كالرق ، بيد انه أثبت مؤخراً ان الامتصاص اعقد بكثير من ذلك ، اذ تقوم به خلايا حية وحياتها شأن كبير في آلية الامتصاص .

امتصاص عناصر الكيلوس : اهتمت الامعاء في بادىء آلة حلول بسيطة يقوم بدور الفشاء فيها المخاطية ، وبدور الحلول الزائد التوتر ، الكيلوس ، وبدور الحلول الناقص التوتر الدم والبلغم . وبما ان الدم والبلغم يدوران باستمرار فان الحلول لا يتوقف ابداً لاستحالة التوازن الحلوي .

طريقا الامتصاص : تسير المواد الممتصة في طريقين : الطرق البلغمية والطرق الدموية :

١ — الطرق البلغمية : تمر المستحلبات والحوض الدسمة والصابون الى الوعاء الكيلوسي المركزي في الزغابة وتنتقل منه الى اوعية المساريقا البلغمية والقناة الصدرية ، ثم لساق بهذه القناة الى الوريد تحت الترقوة الابر ومنه الى اذينة القلب اليمنى بواسطة الوريد الاجوف العلوي ، وتدفع من القلب الى الدوران ؛ فاذا ضحينا حيواناً في اثناء الامتصاص وجدنا اوعيته البلغمية ممتلئة بيضاء ، يخرج منها اذا وخزت سائل ابيض لبني هو مستحلب الدم . وتمتص الدم بشكل مستحلب دقيق الدرات ، او بشكل حلوي وصابون وحموض دسمة . وتبدل مخاطية الامعاء هذه المواد ، فتمزجها وتركب منها دسماً جديدة خاصة بالانسان ، نشاهد بوضوح في اوعيته الكيلوسية . فاذا وضنا في عروة مموية صابوناً وحلوياً وحموضاً دسمة امتصت ووجدنا بعد مدة في اوعيته الكيلوسية مادة دسمة جديدة تدخل في تركيبها المواد السابقة الذكر . نستنتج من ذلك ان خلايا بشرة الزغابات تركيب الدم التنوعية الخاصة .

٢ — الطرق الدموية : يحدث الامتصاص ايضاً بالطرق الدموية بواسطة شعريات الزغابة الوريدية ، ونذكر فيما يلي المواد التي تمر رأساً الى الدم بهذه الطريقة :

١ — الماء والملاح المعدنية .

٢ — سكر المنب : تزيد كمية سكر المنب في دم ويريد الباب زيادة كبيرة وفي انثناء الامتصاص ، وتخزن الكبد هذه الزيادة بمد ان تحول سكر المنب الى مولد سكر المنب، وهكذا ، مما بلغت كمية السكر الواردة بالامتصاص ، تبقى نسبة السكر في الدم ثابتة (١٥٥) بالالف .

٣ — الخوض الامينية : تمتص هذه الخوض كلها من الامعاء ولكننا لانجد منها في الدم الا اثاراً زهيداً .. ويملل اختفاؤها بان خلايا مخاطية الامعاء تستهلكها لتصنع منها مواد آحية جديدة خاصة بالانسان نجدها في الدم الجائل .

وتمر الاغذية التي امتصتها الشعيرات الدموية الى الكبد، بواسطة ويريد الباب، فتحول فيها . ثم تخرج منها بالاوردة فوق الكبد الى الوريد الاجوف السفلي . ومنه الى الاذينة اليمنى في القلب ، ثم يوزعها القلب بالدوران الى سائر انحاء البدن . والخلاصة ، على الرغم من وجود طريقين للامتصاص ، تصل المواد المغذية في النهاية الى مقر واحد هو الدم (الوسط الداخلي) فتتمده بالناصر التي تسد حاجات الخلايا المختلفة التي تكون البدن .

يبدأ الامتصاص في المعدة ولكنه ضعيف يكاد لا يدرك كما انه يستمر في المي الفليظ وقد افادت هذه الخاصة في تغذية المرضى بمحقن شرعية مغذية ، على أن تكون المواد المحقونة قابلة للامتصاص مباشرة ، اذ ليس في المي الفليظ اي قدرة هاضمة .

جهاز الهضم في الفقاريات

هو اول الاجهزة ظهوراً في الحيوانات ، ويتألف من انبوب تتميز فيه بصورة عامة الاجزاء الاساسية الاربعة : جوف الفم ، والمرى ، والمعدة ، والمي ، وتلتحق بهذا الانبوب غدد لمائية وكبد ومعشكة . وستتناول بحث اشكال هذا الجهاز في صفوف الفقاريات الهامة .

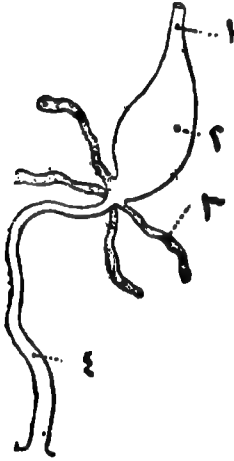
١ — جهاز الهضم في الاسماك : ان الاجزاء المختلفة من انبوب الهضم في الاسماك هي

قليلة التميز . فالمرىء والمعدة والمعي ليس لها على الغالب حدود جيدة الوضوح وإنما تسمح الصفات النسيجية على الخصوص بتعريفها بشيء من الدقة .

أ - الاسنان : تكون في بعض الاسماك عربضة مسطحة متساندة ، والغالب ان تكون طويلة دقيقة الرؤوس كالأشواك . وهي في الاسماك الغضروفية مثبتة على الفكين فحسب ، اما في المجنوحات الاخرى فقد توجد على كافة جدران الفم وحتى على اللسان . وفي (كلاب البحر) تصطف الاسنان صفوفاً متحدة المركز تكون لهذا الحيوان سلاحاً حاداً .
ب - ليس للأسماك غدد لعابية .

ج - تحتوي جدران المعدة والمعي على غدد أنبوية تفرز عصارات هاضمة .

د - توجد عند منشأ المعى في معظم الاسماك حزمة ردوب مختلفة المدد تسمى الزوائد البوابة . وفي بعض الانواع لا تفرز هذه الزوائد الاغاطاً ، ولكنها تفرز في انواع اخرى عصارة هضمية . وفي الاسماك الغضروفية يحتوي المعى المتوسط على امتداد بارز حلزوني يسمى الدسام الحلزوني يضاعف القدرة الهاضمة .



هـ - وتكون الكبد ضخمة وغنية بزيت يحتوي على كمية غزيرة من الفيتامين D . والمشكلة جيدة التشكل بصورة عامة .

٣ - جهاز الهضم في الضفادع : ليس لاقسام انبوب الهضم كالمريء والمعدة والمعي ، وغدده الملحقة كالكبد والبنكرياس شيء خاص يذكر . ونذكر شيئاً فقط عن الاسنان واللسان :

شكل (١٧٥)
الانبوب الهضمي في الاسماك
١ - المريء . ١ - المعدة
٣ - الزوائد البوابة
٤ - الماء

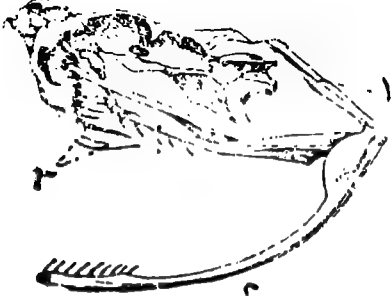
أ - الاسنان : تكون الاسنان صغيرة ومنقرسة في عظام قبة الفم وهي لا توجد على الفك السفلي الا نادراً ، وكثير من الضفادع لا يكون لها اسنان . والاضفادع الكاملة البالغة هي

سيادة تلتهم وتبتلع فرائسها من غير أن تمضغها فالاسنان تكاد ألا تستعمل .

ب - اللسان : يلتصق اللسان على الاغلب بطرفه الامامي على ارض الفم ، وتستطيع

بعض الضفادع ان تقذف لسانها فجأة خارج الجسم ، وان تقتنص على هذه الصورة الحشرات التي تغطي بمادة مخاطية . وهناك ضفادع مجردة من اللسان .

٣ - جهاز الهضم في الزواحف : يفتح الفم واسماً بسبب ارتباط الفك السفلي بالقحف بواسطة العظم المربع ، مما يساعد هذه الحيوانات على التهام فرائس ضخمة .



شكل (١٧٦)

الفكان والالاب في فمبان سام

١ - العظم المربع ٢ - الفك السفلي

٣ - الالاب السامة

أ - الاسنان : توجد في كافة الزواحف الا في السلاحف التي لها منقار قرني . وتنغرس الاسنان على عظام جوف الفم ، او تتوضع على الفكوك العلوية او على جزء من الفك السفلي كما في التماسيح . اما في الثعابين فالاسنان منحنية نحو الداخل بشكل عقائف تمسك الفريسة ، كما تكون بعض الاسنان أشد نعماً فتستخدم لارسال السم والغدد السامة هي غدد لمائية متبدلة بفتح مجراها على قاعدة العقائف السامة (شكل ١٨٢) .

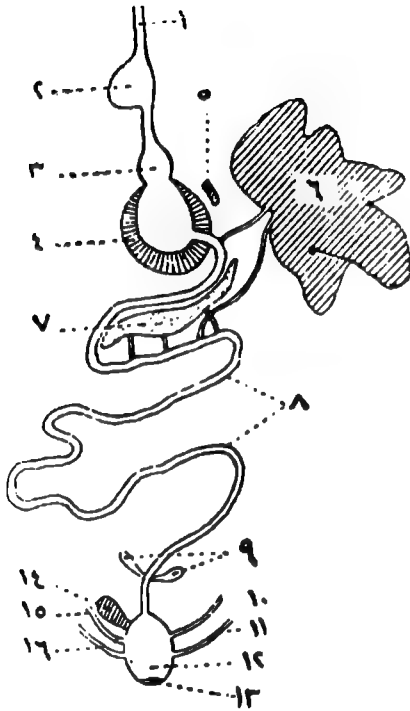
ب - اللسان : يأخذ أشكالاً مختلفة في المظايا حيث يكون مخيئاً او قصيراً او مشقوقاً او دودياً .

ج - لا يبقى لجهاز الهضم شيء خاص ، فالعدة محدودة جيداً ويلتف الممي قليلاً او كثيراً ويبدى لأول مرة جيئاً أعورياً يتصل به بواسطة دسام . وتتحد قناتا الكبد والبانكرياس قبل ان تصل إلى الممي .

٤ - جهاز الهضم في الطيور : أ - الاسنان : ليس للطيور الحالية أسنان قطما ، ولكننا نذكر ان أسلافها كانت لها أسنان . وينطلي الفكين غمد قرني هو المنقار . ب - اللسان : يكون اللسان على العموم قرنياً وقد يكون مخيئاً او رقيقاً . وللطيور غدد لمائية لسانية وحنكية . ج - يتميز أنبوب الهضم بوضوح أقسامه : فهو يشتمل على المري الذي ترافقه الحوصلة وهي انتفاخ مختلف الحجم ، كما يشتمل على معدة غدية تسمى البطين المفرز يفرز العصارة المعدية ، وعلى قانصة متفتحة معدة لسحق الاطعمة . ويأتي بعدها

المعي ويكون متلفاً قليلاً أو كثيراً وينتهي عند المستقيم الذي يبدي في أوله أعورين متوازيين يختلف طولهما ثم ينتهي المستقيم بمقذرة تنصب عليها المجاري البولية والتناسلية (شكل ١٧٦).

د - تكون الكبد ضخمة ويرافقها حويصل صفراوي ينعدم وجوده في الحمام خاصة ، وتنصب



(شكل ١٧٦)

- ١ - المريء ٢ - الحوصلة ٣ - البلعوم
- للفرز ٤ - المعدة ٥ - الطحال ٦ - الكبد
- ٧ - المشكلة ٨ - الامعاء ٩ - الاعوران
- ١٠ - حالب ١١ - قناة المبيض الايسر
- ١٢ - المقذرة ١٣ - فوهة المقذرة ١٤
- غدة ١٥ - حالب ١٦ - قناة المبيض الايمن

فمحدودة من الامام الى الوراء وبالعكس فتشبه بذلك حركة المبرد .

الصفراء في اول المعى بقناتين اما المشكلة فطويلة وتنصب عصارتها الهاضمة في الامعاء بثلاث قنوات

ه - جهاز الهضم في الثدييات : تنحصر

تطورات جهاز الهضم في الثدييات في الاقسام

التالية : الاسنان ، المعدة ، المعى .

— الاسنان : يختلف شكل الاسنان في

الثدييات ليتفق مع طبيعة النظام الغذائي . كما

تتغير جهة وسعة الحركات التي يقوم بها الفك السفلي

١ - ففي اللواحم : تكون القواطع حادة

قاطمة ، والانياب تمسك الفريسة وتمزقها ،

وللأريحية فصوص حادة تتداخل ببعضها عند

انطباق الفكين . اما حركة الفك السفلي

فعمودية من الاسفل الى الاعلى وبالعكس .

٢ - وفي آكلة الحشرات : تشبه الاسنان

وحركة الفكين ماذكرناه ، وتنصف بدقة اسنانها

بما يساعدها على ثقب دروع الحشرات .

٣ - وفي القواض : تكون القواطع قوية

وطويلة ومستمرة النمو وتاجها مقصوص قصاً

مائلًا . وتخفي الانياب ، وتكون الارحية

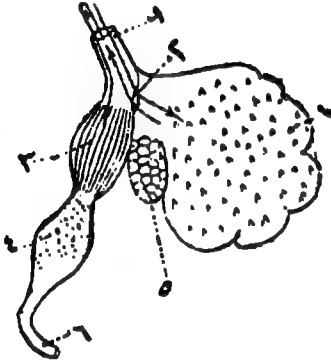
قادرة على الطعن خاصة . اما حركة الفك السفلي

٤ - أ - وفي الحافريات : تخفي القواطع العليا في المجترات الا في الجمل الذي يحافظ

على قاطعتين . وأما في الخيل فالقواطع كاملة ، وأما في الفيل فتبقى قاطعتان علويتان تنموان باستمرار وتؤلفان الحاميتين (ناب الفيل) وهي مجردة من البناء .

ب — وتميل الانياب نحو الصفر . فليس للبقر والظباء انياب علوية ، بينما للجمل انياب علوية جيدة التشكل وفي الحصان انياب في الفكين لكنها تنعدم في الفرس . وللارحية شقوق ونواحي حبيبية عددها معين . ويزيل استعمالها على كر السنين عدداً منها .

هـ — وفي الحوتيات يحل محل الاسنان صفائح قرنية طويلة تستخدم كشبكة لاصيد فيقتنص بها الحوت الحيوانات التي يتغذى بها .



ب المعدة . تشتمل المعدة غالباً على ناحيتين : ناحية مفرزة ، وناحية مدخرة . ففي الجرذ كشاهد الناحيتان بوضوح اما في المجترات فتصبح المعدة مؤلفة من اربعة اقسام : الكرش ، القلنسوة ، أم التلايف ، الانفحة وليس في الاجراب الثلاثة الاولى أية غدة ولاسام في الهضم الكيميائي . ويتصل الكرش بالمرى بميزابة مرشبة ، فالغذاء الذي يتلغ بعد مضغ سريع بشكل لقمة تمر من الميزابة الى الكرش . ثم ترسلها الحركات الحولية الى القلنسوة ويعود منها الى الفم ليمضغ من جديد وهذا هو الاجترار .

ـ الممي يكون الممي قصيراً في آكلة

اللحوم ، وطويلاً في آكلة الشب . اذ ان المواد النباتية قليلة القيمة الغذائية عسرة الهضم ولذا لا بد من أكل كميات كبيرة منها لاستدراك الغذاء الكافي . وهكذا يجد طول مصاء الحصان ٢٥ م والفم ٢٨ م والثور ٥٠ م وللأغور فيها حجم عظيم فسمته في الحصان مثلاً ٨ لترات وفي كثير من الثدييات تصغر القطعة البعيدة من الأغور صفراً كبيراً وتصبح الزائدة الهضمية .

شكل (١٧٨)
المعدة في الحيوانات المجتررة

- ١ - المريء
- ٢ - الميزابة
- ٣ - أم التلايف
- ٤ - الانفحة
- ٥ - القلنسوة
- ٦ - المعاء
- ٧ - الكرش

الدوران

تجري في كل كائن حي مبادلات مع وسطه الخارجي فيأخذ منه الغذاء ومولد الحوضة ويطرح فيه الفضلات، ولما كانت اعضاء الانسان شديدة التمعيد ومفصولة عن الوسط الخارجي لذا كان لا بد لها من وسيط دوار ينقل الى خلاياها الغذاء ومولد الحوضة من الوسط الخارجي ويوصل الى هذا الوسط فضلاتها ومفرغاتها ، ويتألف هذا الوسيط الدوار من سائلين هما الدم والبلغم يطلق عليها الوسط الداخلي .

الدم

خواصه الفيزيائية : سائل احمر لزج ، طعمه ملح ، تفاعله قلوي ، كثافته ١,٠٦ يزن

$\frac{1}{13}$ من وزن البدن فتكون كيبته الوسطى خمسة لترات في انسان يزن ٦٥ كغ .

تركيبه : يعتبر الدم كنسيج ضام خلاياه تسمى الكريات ومادته الخلالية سائلة تدعى المصورة . ويمكن فصل الكريات عن المصورة بفضل تفاوت الثقل .

١ - يربط قسم من الوريد الوداجي في حسانين من مكانين ، فينقسم الدم في القسم المحزول الى جزئين حيث تجتمع الكريات في الاسفل والمصورة في الاعلى .

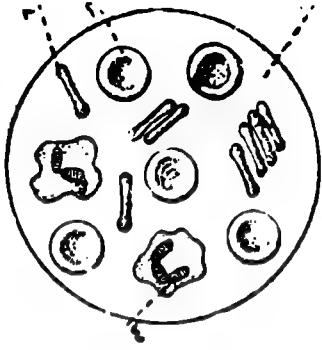
٢ - يمكن ترسيب الكريات في انابيب المثقلة .

١ - كريات الدم

تشكل كريات الدم ٤٥ ٪ من وزنه وهي من نوعين أصليين : كريات حمراء ، وكريات بيضاء يضاف اليها صفيحات دموية .

آ - الكريات المحررة : تجربة مشاهدة نقطة دم بالمجهر تظهر فيها الكريات المحررة بالمجهر بشكل

أقراص مقعرة الوجهين قطرها ٧ صغ . وهي خلايا ذات غشاء وهبولي ومجردة من النواة وتكون صفراء اذا انقردت وحمرات اذا تكثرت وهي تشكل ٤٠ ٪ من كتلة الدم .



نقطة دم تبدو بالمجهر
١ - مصورة ٢ و ٣ كرية حمراء
٤ - كرية بيضاء

خواصها : ١ - الكريات المحررة مرنة فهي تتناول ويضيق قطرها فتمر من ادق الشعريات ثم تعود الى شكلها .

٢ - وهي لزجة فتبدر ملتصقة متراصة كالنقود

٣ - تمشي محتفظة بحجمها في محلول ملح بنسبة

$\frac{9-8}{1000}$ كما هي النسبة في مصورة الدم . أما في

محلول ناقص التوتر (اقل من ٧ بالالف) فهي تنتج منتفخة حتى تنفجر وهذا هو انحلال الدم

وفي محلول زائد التوتر (أعلى من ٩ بالالف) تنكش وتقلص .

عددها : لمد الكريات يمدد جزء من الدم بمحلول ملح متساوي التوتر ثم تعد الكريات في حجم معين من الدم الممدد . وقد وجد ان في المليمتر المكعب من الدم خمسة ملايين كرية حمراء . ويزيد هذا العدد بالارتفاع فوق سطح البحر فيصل الى ٦ - ٧ - ٨ ملايين كرية على ارتفاع الف الفين - ثلاثة آلاف متر وينقص عدد الكريات في حالة فلات الدم الحبيثة فيبسط الى ٣ ملايين كرية .

تركيبها : تتألف الكرية الحمراء من مادة آحبة عديمة اللون تدعى (ستروما) تؤلف صقل الكرية الهبولي . ويخضبها بلون احمر خضاب الدم ونسبته في الكرية ٩٠ ٪ .

الغضاب : مادته بروتيدي حديدية ، تتحلل بالمحوض او الاسس الى مادة آحينية عديمة اللون هي الكروين ومادة ملونة سمراء تدعى الدمين ، وينفصل الغضاب عن الكريات حين يحدث انحلال الدم وهو يذوب في الماء ويتبلور في درجة الصفر باضافة الفول او الارالية .

خواص الخضاب : ١ - يتحد مع مولد الحموضة تحت ضغط كاف فيكون مادة حمض الخضاب وهي حمراء قرمزية لكنها غير ثابتة تنفك اذا قل ضغط مولد الحموضة حولها فيتحرر مولد الحموضة ويبقى الخضاب المرجع وكذلك يتفكك حمض الخضاب اذا عومل بمادة مرجمة (كبريت الامونيوم) .

٢- يتحد مع غاز الكربون ويكون كربون الخضاب وهو مادة عاتمة وغير ثابتة التركيب .
٣- يتحد مع اكسيد الكربون فيكون الخضاب المفحم وهو مادة حمراء قانية وثابتة يصعب جداً تفكيكها . لذا كان اكسيد الكربون غازاً خافئاً فالكريات التي تتحد به تفقد وظيفتها .

ويمكن التمييز بين حمض الخضاب والخضاب المفحم بدراسة طيف امتصاص كل منها فلحمض الخضاب شريطان امتصاصيان بين الاصفر والاخضر واذا اضيف اليه مادة مرجمة انقلبت اليه خضاباً مرجحاً واتحد الشريطان في شريط امتصاصي واحد عريض يدعى شريط ستوكس .

والخضاب المفحم شريطان امتصاصيان في نفس المنطقة ايضاً لكنها لايتحدان باضافة مادة مرجمة .

وظيفة الكويات الحمرة : تبين لنا من خواص الخضاب وظيفة الكريات الحمرة في نقل الاكسجين .

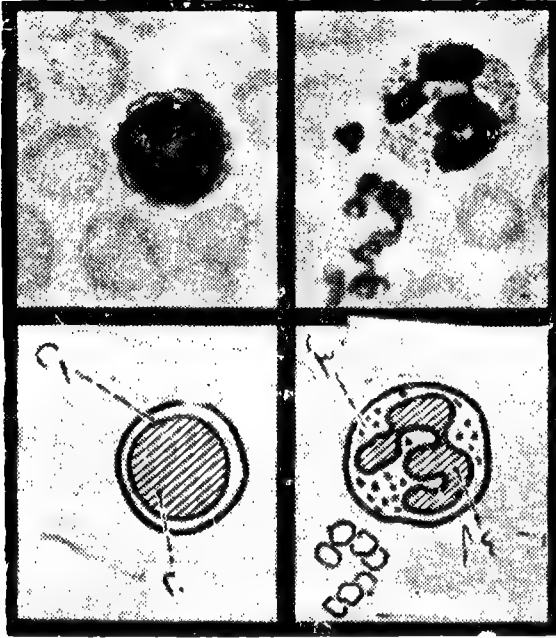
في الرئتين يتحد الخضاب بمولد حموضة الهواء ويصبح خضاباً محمضاً حيث يعود الى القلب ليتوزع في الجسم احمر قانياً . وفي الانسجة يحرر حمض الخضاب قسماً من مولد الحموضة ويصبح خضاباً مرجحاً ويعود الى القلب عاتماً لينقله الى الرئتين من جديد .

حياتها ومنشؤها : تعيش الكريات الحمرة وسطياً مدة يوم اذ تلتفها الكريات البيض في شعريات الكبد والطحال فيباد منها حوالي ٢٠٠ الف في سم^٣ في الدقيقة فيتشكل اعتباراً من خضابها المتحرر الاصفر اوية .

وتتكون الكريات الحمرة في نقي العظام بشكل مستمر واما في الجنين والوليد فيقوم الكبد والطحال بتوليدها .

ب - الكويات البيض : هي خلايا حية لالون لها ، ذات هيولى ونواة لكنها ذات محيط متبدل (حركة متحولية) .

انواعها : لبعض الكريات البيض نواة واحدة : فتكون الهيمولي فيها زجاجية شفافة ونواتها ضخمة فان كانت صغيرة (٧ صغ) سميت البلمفيات وان كانت كبيرة (٢٠ صغ) سميت وحيدة النواة الكبيرة .



شكل (١٨٠)
كريات بيض
من اليسار الى اليمين
وحيدة النواة ، مفصصة النواة
١ - هيمولي زجاجية
٢ - نواة
٣ - هيمولي حبيبية
٤ - نواة مفصصة

ولبعض الكريات نواة مفصصة: فتسمى متعددة النواة حيث تكون الهيمولي حبيبية والنواة مفصصة وهي ولوعة بالمكونات الأنيليكية فبعضها يتلون بملونات حامضة ويتلون البعض بالملونات المعتدلة والبعض الآخر بملونات اساسية .

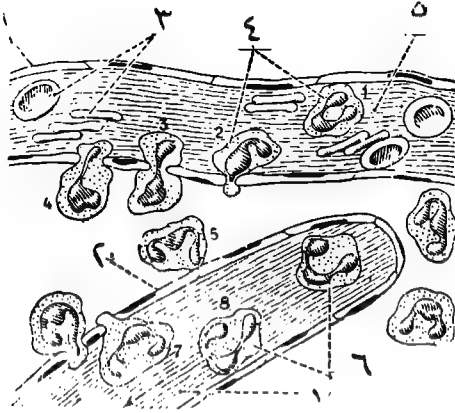
عددها : يحتوي كل سم^٣ من الدم سبعة آلاف كرية يضاء فتكون نسبها الى الكريات

الجر $\frac{1}{700}$ وتكون كتلتها ٥ ٪ من كتلة الدم .

خواصها : ١ - لها حركة متحولية تم بواسطة ارجل كاذبة . وبفضل حركتها تقدم مما كسة تيار الدم .

٢ - قادرة على الانسلال من بين خليتين من جدار الاوعية الشعرية فتبعدهما وتغر

ثم تمودان الى وضعها . وهكذا تهاجر الكريات البيض من الدم الى النسيج الضامة وتمود منها الى الدم فيما بعد .



انسلال الكريات البيض من الشرايين
١ - وعاء شعري دموي ١ - وعاء شعري
بلغمي ٣ - كريات حمراء ٦ - كريات بيض
٥ - مصورة ٧ - بلغم

٣ - هي حساسة تنجذب ببعض السموم كذيفانات الجراثيم بينما يدفعها الغول بعيداً .

٤ - تتغذى بالبلعمة ، اذ ترسل ارجلاً كاذبة تحيط بالمادة الغريبة او الجراثيم ثم تدخل المادة الى هيولائها وتجعلها في فجوة هاضمة ثم تهضمها . وظائفها : تستنتج وظائف

الكريات البيض من خواصها .
١ - تدفن الخلايا الميتة وتخمرها وتبتلع بقاياها كما يحصل في الاورام

الدموية الرضية . وتزيل انقاض الكسور والجروح وتهضم المضرووف حين التملظم .

٢ - تدافع عن البدن وتصد هجمات الجراثيم وسمومها ، وذلك بفضل البلعمة فحين يتلوث خدش بفسار الهواء تتسلسل الجراثيم الى النسيج تحت الجلد - حيث تكاثر وتفرز السموم وتخرش اعصاب تلك الناحية ويقضي ذلك الى توسع الشرايين فيها فيتوارد الدم بكثرة فتحمّر وتصبح مؤلمة (الالتهاب) وفي نفس الوقت تنسل الكريات البيض منجذبة جذباً كيميائياً بمفرزات الجراثيم فتصل اليها وتبتلمها وقد تقاوم الجراثيم بضع سموم تفتك بالكريات البيض وهكذا يتكون القيح من اشلاء الكريات والجراثيم ومفرزاتها ، ويسمى مفرزات الكريات البيض بالترياق وهي مواد مضادة لسموم الجراثيم .

الصفائح الدموية : هي عناصر صلبة تصادف في الدم بالاضافة الى الكريات وتكون محبة الوحين تعمل في التخثر وفي رس الجراثيم بشكل كتل تسوقها الى الشبكات الشعرية ليتم ابتلاعها .

مولدات الليفين وتخثر الدم : تجربة : اذا وضعنا كمية من الدم في اناء نظيف وتركناها مدة من

الزمن ، لاحظنا تغير قوام الدم الذي يصبح هلاميأ لتشكّل ما يعرف بالعلقة وتؤلف العلقّة في بادئ الامر معظم الكتلة الدموية ويكون لونها متجانساً ، وبعد مدة ينفصل عنها سائل مصفر يسمى المصل بينما تنكش العلقّة وتبقى في اسفل الوعاء ، كما ان قوامها يزداد صلابة . وتسمى هذه الحادثة تخثر الدم .

وبعد سبب تكون العلقّة المذكورة الى تشكّل خيوط الليفيين آنياً بعد خروج الدم من الاوعية ، اذ ينعدم وجود الليفيين في الدم داخل الجسم ، كما ان المصل خلو من الكريات التي توضع في شبكة الليفيين . ومن الملاحظ ان الكريات ليست ضرورية في التخثر ، اذ تم الحادثة بدونها .

آلية التخثر : وهي معقّدة جداً ولا تزال غامضة ، والمعتقد ان هناك اربعة مواد توجد في المصوّرة بصورة طبيعية وتلعب دوراً اساسياً في التخثر :

١ — مولد الليفيين : وهو هيولين يوجد محلولاً في المصوّرة ويتشكّل في الكبد ثم ينتقل الى مصوّرة الدم ، ويتحول الى ليفين مقوسب مسبباً تخثر الدم .

٢ — طلبمة الخثرين : وهي خميرة تتشكّل ايضاً في الكبد وللحيامين ك تأثير كبير في تشكّلها ويمتص هذا الحيمين من الامعاء .

٣ — الترومبوكتيناز (الخيرة الخثرية المنشطة) : وهي مادة خميرة تتشكّل عند تلف الصفائح الدموية ، وهي توجد في المصوّرة والسوائل النسيجية وتعمل على تحويل طلبمة الخثرين الى خثرين .

٤ — املاح الكلسيوم : توجد هذه الاملاح في المصوّرة بشكلين . شكل متحد وشكل منتشر ، ويبدو ان هذا الشكل الاخير هو الذي يؤثّر في تخثر الدم والدم الذي زعت املاح الكلسيوم منه يبقى مائماً بدون تخثر .

اما التفاعلات الاساسية التي تحدث اثناء تشكّل العلقّة فيعتقد انها تم حسب المراحل التالية :

١ — تشكّل الترومبوكتيناز : يؤدي كل جرح او تمزق في الاوعية الدموية الى انبثاق كمية من الدم التي يؤدي تلف الصفائح الدموية فيها الى تحرر الترومبوكتيناز .

٢ - انقلاب طليعة الخثرين الى خثرين (ترومبين) : يحدث هذا الانقلاب بتأثير الترومبو كيناز وشوارد الكليسيوم على طليعة الخثرين . ويمكن تمثيل هذه المرحلة بالتفاعل التالي :
 طليعة الخثرين + شوارد الكليسيوم (Ca^{++}) + ترومبو كيناز ← خثرين
 ٣ - تحول مولد الليفين : يتم هذا التحول بتأثير الخثرين ، ويظهر الليفين بشكل خيوط متشابكة تحبس فيها كريات الدم لتشكل الطلقة . ثم تقتصر خيوط الليفين فتتكمش الطلقة وينفصل المصل :

مولد الليفين + خثرين ← خيوط الليفين

التخثر الوعائي : وهو حالة مرضية خاصة ، فالدم لا يتخثر داخل الاوعية لان المسورة محوي مادة مضادة للتخثر تتشكل في الكبد وتسمى الهيبارين ؛ ويتجلى عليها بمعاكسة كل من طليعة الخثرين والخثرين . ومع ذلك فعندما تحدث ركودة دموية (وغالباً ما تترافق مع تلف في جدران الاوعية) تتجمع الصفائح الدموية وتلتصق بالكريات ويجدار الوعاء مشكلة ما يعرف بالثرة . وقد تحدث هذه الركودة الدموية في اللادينة بسبب قلعها (عدم نوافذ تقلص اليافها العضلية) كما قد تحدث في الاوردة المتسعة (الدوالي) او اثر عملية جراحية .

التأخر (هيموفيليا) : وهو مرض وراثي نادر يظهر بصورة خاصة في الذكور ويتجلى بخرق مستمر لا يقطع من اي جرح يصيب الشخص فما كان هذا الجرح بسيطاً .
 العوامل المؤثرة في قابلية التخثر : وهي عديدة بعضها فيزيائي وبعضها كيميائي ، وهي تؤثر في التخثر عتوقفه او تؤخره او تسرعه . ولبعض هذه العوامل فائدة طبية فيزيولوجية :

مانعات التخثر : يمكن تأخير التخثر بالتبريد (بوضع الدم في ثلاجة) او بتحريك الدم بسلوك رفيع او قطعة من القش اذ يلتصق الليفين بالأداة التي تحرك بها الدم ، كما ان حفظ الدم في اوعية ذات جدر ملس (اوعية مبطنه بالسيليكون) يمنع تخرب الصفائح الدموية وتحرر الترومبو كيناز . ويمكن منع التخثر مطلقاً باضافة قليل من هيمونات الصوديوم الى كتلة الدم (ترسب شوارد الكليسيوم) او باضافة الهيبارين

او خلاصة رؤوس الملقن (البهرودين) . وتوجد مركبات جاهزة تمنع التخثر نذ كرمها
الديكومارول والترومكسان .

منشطات التخثر : وتستعمل في الحالات التي يشتد فيها النزف ، واكثرها آلي ،
كالضغط على الشريان النازف او ربطه اذا كان كبيراً ، ويمكن في بعض الحالات استعمال
الادرينالين الذي يسبب تقيضاً وعائياً موضعياً في مكان تطبيقه . وهناك مستحضرات جاهزة
كالثريين واليمين ك تستعمل في الحالات المستعجلة .

وظيفة التخثر : ان التخثر عمل دفاعي ضد النزوف . فالعلقة المتكونة تسام في سد
فوهة الجرح وارقاء النزف .

ب المصل : متى يمتز الدم ترسبت العلقة (كريات + ليفين) ويبقى المصل طافياً
فيجمع خواصه وتركيبه : سائل مصفر تفاعله قلوي يشتمل اللتر منه على ٩٠٠ غرام ماء ،
والباقي مواد مختلفة نذكر منها :

- ١ - المواد الآحينية : ٨٠ غ وتآلف من مصلين وكريوتين (كلوبولين) .
- ٢ - الملاح المدنية : من ٨ - ٩ غ وتآلف من كلور الصوديوم خاصة وكلورور
وفعات وفصفات قلوية تحمل المصل قلوياً . وان صنع محلول ملح الطعام بتوتر $\frac{9-8}{1000}$

يمطي مصلاً فيزيولوجياً يزرق في الدم في حالات النزوف القزيرة .

- ٣ - حاصلات الهضم : ٢ - ٦ غ ومنها سكر العنب ذو النسبة الثابتة (١٥٥ غ في
الالف) والدمس وغيرها .

- ٤ - فضلات : ٢ - ٢٥ غ ومنها البولة وحمض البول والكلولسترين .
- ٥ - خمائر : كخميرة النشاء وخميرة الشعير وخمائر حالة للسكر وخمائر حالة للدمس .
- ٦ - الحامات (هورمونات) وهي مفرزات الغدد الصم .
- ٧ - الغازات : كالأزوت ومولد الحموضة وغاز الكربون وتقدر كيتها ب ٦٠٠
سم^٣ لتر .

الخلاصة : للصورة دور هام في التغذية اذ هي تتلقى حاصلات الهضم فتوزعها على
اعضاء الجسم المختلفة وتجمع من هذه الاعضاء فضلاتها لتنقلها الى اجهزة الاطراح وهي فضل
حائاتها تنظم افعال التغذية وتنسقها . ويجدر ملاحظة ان البنية العامة لها تبقى ثابتة دوماً

بحيث تحافظ على كتلتها ، وكثافتها الملحجة ، ونوعية المواد فيها .
 الارئصاص : يكون مصـل دم حيوان ما سـاماً بالنسبة لحيوان من فصيلة اخرى ،
 ويقتل الارئب اذا حقن بـ ٣٠ سم^٣ من مصـل دم الكلب وسبب ذلك ارئصاص الكريات
 الحمر ثم انحلالها فتؤدي بـارئصاصها الى تشـكل صـحـامـات دموية قد تسد بعض الاوعية الشعـرية
 الدقيقة ، وبانحلالها تحرر مواد غريبة ضارة بالجسم .

نقل الدم : يحتاج في حالات النزوف الغزيرة الى نقل الدم من انسان الى آخر .
 ويشترط في النقل ان لا ترئص كريات المعطي بمصل دم الآخذ .

وقد عرف ان الارئصاص يحصل من اجتماع مادتين : ففي المصل توجد مادة تسمى
 الراسة وفي الكريات الحمر توجد مولدة الراسة .

واكتشف نوعان من الراسات a ، b ونوعان من مولد الراسة B, A
 فاجتماع الراسة a مع مولدة الراسة A يسبب الارئصاص ، لذلك لا يمكن وجود
 مولد الراسة والراسة الموافقة في شخص واحد وعلى هذا صفت دماء البشر في اربع زمـر ،
 ولنظم ان الزمرة الدموية للشخص صفة وراثية لا تتبدل .

الزمرة الاولى « AB » في كرياتها المولدتان معاً وليس
 في مصـلها أية راسة وهي زمرة الآخذين العامين .

الزمرة الثانية « A » في كرياتها المولدة A وفي مصـلها
 الراسة b

الزمرة الثالثة « B » في كرياتها المولدة B وفي مصـلها
 الراسة a

الزمرة الرابعة (O) ليس في كرياتها مولدات وفي مصـلها الراسـتين ba وهي زمرة
 المعطين العامين .

وقد اعطت البحوث الاخيرة نتائج جديدة حول هذا الموضوع فاكـتـشـفـت مـولـدات
 جديدة مثل rh, N, M

غازات الدم : نجد في دم الانسان غازات منحلّة او متحدة مع عناصر الدم .
 فولد المحوضة يكون منحللاً في الصورة او متحداً مع الخضاب . وتكون كمية مولد
 المحوضة ٢٠ سم^٣ في الدم القاني و ١٢ سم^٣ في الدم العاتم في كل ١٠٠ سم^٣ دم وغاز الفحم

يكون منحللاً في الصورة او متجداً مع المواد القلوية مشكلاً ثاني فحات ونصف فحات وقد يتحد مع الحضاب . وكميته ٣٠ سم^٣ في الدم القاني و ٤٥ سم^٣ في الدم العاصم في كل ١٠٠ سم^٣ دم .

والآزوت يكون منحللاً بنسبة ضعيفة اذ تبلغ ٢ سم^٣ في ١٠٠٠ سم^٣ دم .

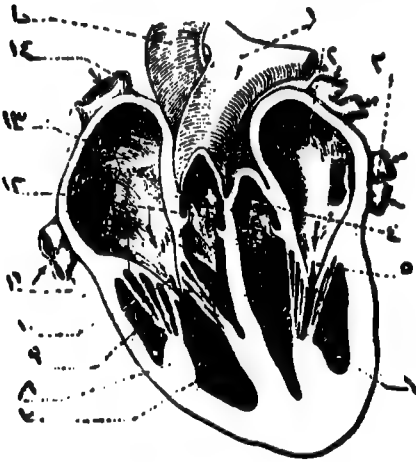
جهاز دوران الدم

يدور الدم في قنوات تدعى الاوعية ، ويندفع فيها بفضل تقلص عضلة القلب التي تقوم بدور مضخة ماصة كاسبة .

١ - القلب

تجربة : تشريح القلب عملياً .

هو كتلة لحمية حمراء شكلها مخروطي وحجمها كحجم قبضة اليد ووزنها يراوح بين ٢٥٠



مقطع قلب

- ١ - شريان رئوي
- ٢ - اذينة يسرى
- ٣ - اوردة رئوية
- ٤ - دم فان
- ٥ - مراع
- ٦ - بطين ايسر
- ٧ - بطين ايمن
- ٨ - عمود لحى
- ٩ - الياف
- ١٠ - مراع مثلث الشرف
- ١١ - الوريد الاجوف السفلى
- ١٢ - حاجز ١٣ اذينة
- ١٤ - الوريد الاجوف العلوي
- ١٥ - الوتين

و ٣٠٠ غرام . ويسكن القلب في الصدر بين الرئتين وتفسح الرئة اليسرى مكاناً في أسفل وجبها الانسي . وتوجه فروته الى الاسفل والوحشي والامام ، وتستند الى الحاجب الحاجز ، اما قاعدته فتتجه على العكس الى العالي والانسي والوراء ، ويشاهد على سطح القلب الظاهر ثلمان احدهما طولي يمر الى اليمين من ذروة القلب قليلاً ، والثاني عرضي وتسكن في هذين الثلثين الاوعية التي تغذي القلب نفسه ، ويحدد الثلمان المذكوران على سطح القلب الظاهر ، منطقة اذينية بنفسجية ورخوة ، تشغل الثلث العلوي من القلب ، ومنطقة بطينية مخروطية مقاومة تشغل الثلثين السفليين .

ويتألف القلب من قسمين متميزين منفصلين عن بعضهما تمام الانفصال وهما القلب الايمن وفيه الدم الماتم والقلب الايسر وفيه الدم القاني . ويتألف كل قسم من جوفين جوف علوي يسمى الاذينة وجدارانه رقيقة رخوة ، وجوف سفلي يسمى البطين وجدارانه المنحنى واصلب ، ويتصل الجوفان بفوهة هي الفوهة الاذينية البطينية مفتوحة في حجاب بدعى الحجاب البطيني الاذيني ، ومجهزة بالتواءات غشائية تدعى المصاريح ويسمى المصراع الايسر منها الاكليلي وفيه صفيحتان ، ويسمى المصراع الايمن مثلث الشرف وفيه ثلاث صفائح . والصفائح هذه مثلثة تلتصق قاعدتها بحافة الفوهة وتتجه ذروتها الى الاسفل متدلية في جوف البطين وترتبط ذرى الصفائح بألياف وتربة مع برزات قوية عضلية تبرز من الجدار البطيني وتسمى المضلات الحليمية او المدد اللحمية ، وتسمح المصاريح بمرور الدم من الاذينة الى البطين وتحول دون رجوعه بالانجاء الماكس (اي من البطين الى الاذينة) .

ويصب في الاذينة اليمنى الوريدان الاجوفان العلوي والسفلي ، كما ينصب فيها ايضا الوريد الاكليلي الوارد من جدار المضلة القلبية نفسها اما الاذينة اليسرى فتصب فيها الاوردة الرئوية الاربعة .

وينشأ من الزاوية العليا لكل بطين شريان . فمن البطين الايسر ينشأ من الوتين ومن البطين الايمن ينشأ الشريان الرئوي . وعلى كل من فوهتي هذين الشريانيين ثلاث جيوب تدعى المصاريح السبئية (او الهلالية) تسمح بمرور الدم من البطين الى الشريان ، وتحول دون رجوعه الى البطين .

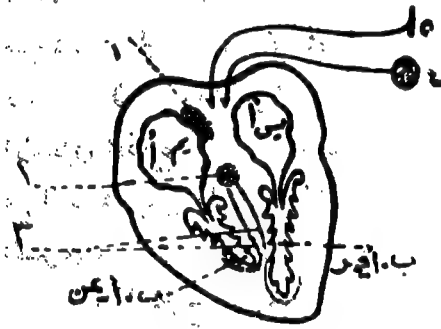
بنية جدار القلب : يتألف جدار القلب من ثلاث اقمنة :

- ١ — قميم باطنة ، وهي غشاء مخاطي يبطن الاجواف .
- ٢ — قميم متوسطة ، وهي عضلة تتألف من الياف عضلية مخططة غير ارادية وتسمى عضلة القلب ، وهي ترق في الاذنتين وتغلظ في البطينين ولا سيما في البطين الايسر حيث يبلغ منحن الجدار ثلاثة اضعاف منحنه في البطين الايسر وذلك لان العمل المضلي في البطين الايسر اكبر منه في البطين الايمن .
- ٣ — قميم خارجية : وهي مصلية تحيط بالمضلة القلبية وتدعى التامور ، وتتألف

كسائر المصليات من وريقتين ، وبين الوريقتين جوف يدعى جوف التامور فيه سائل قليل الكمية يسهل انزلاق الوريقتين بعضها يدعى السائل التاموري . ويسهل التامور هكذا حركة القلب ، وقد يلتبس والتهابه خطر جداً .

اعصاب القلب : للقلب جملتان عصبيتان : أ — جملة خارج القلب تتألف من اغصان الاعصاب القلبية الودية والرئوية المدية (الصغيرة القلبية) .

ب - وجملة عصبية مستبطنة لجدار القلب يتألف من كتل من الخلايا العصبية تدعى المقذ العصبية القلبية . وتتصل هذه المقذ بألياف قليلة التميز في عضلة القلب ، وهي ألياف عضلية احتفظت بجماها الجنينية . وتميز من المقذ عقدتان أصليتان : فالأولى وطولها سائمتان تقع في مصب الوريد الأجوف العلوي . وترتبط بالثانية بسلسلة من الخلايا العصبية . اما الثانية فأطول وتقع في الجدار الحاجز بين الاذيتين ، عند حدود الاذيتية البطنية اليمنى .



شكل (١٨٣)

اعصاب القلب

- ١ - عقدة كايت فلاك ٢ - عقدة فوارا ٣ - حزمة
- هيس ٤ - عقدة ودية رقية ٥ - عصب
- رئوي مددي

للارادة . ومن الوجهة الفيزيولوجية بأنها اول عضلة تبدأ بالعمل ، وأنها لا تفرق للتعب سبيلاً .

ملاحظة : يحتوي الحجاب الحاجز بين الاذيتين على انخماص (حفرة بيضية) يدل على مكان فوهة (ثقب بوتال) موجودة في الجنين فقط ، تشرك فيه الاذيتين معاً . وقد تبقى هذه الفوهة بعد الولادة فتكون مرضاً يسمى المرض الازرق .

وبالاجمال يعتبر القلب عضلة مخوفة كدعى العضلة القلبية تتميز من الوجهة التشريحية بان اليافها مخططة لا تتخضع

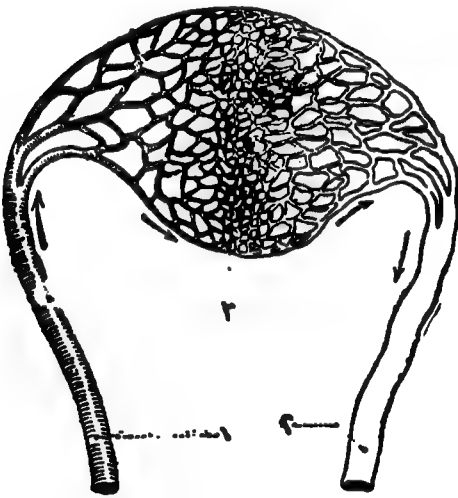
الاورعية الدموية

الشرايين ، الشعريات ، الاوردة

الشرايين اوعية تصدر عن البطينات وتنفش دائماً من جذع واحد ، ويجري الدم فيها نحو الاعضاء ، وهي توزع الدم الى سائر انحاء البدن لذا تتفرع الى فروع مندرجة في الصغر تسمى الشريينات ، وتسمى ادق الشريينات ، الاوعية الشعرية او الشعريات ، وهي تصادف في كل نقطة من قاط البدن . وتجتمع هذه الشعريات في الانسجة وتفاغم ويصب

بعضها في بعض ، فتكون اوردة صغيرة تدعى الوريدات ، ثم تجتمع هذه فتكون الاوردة التي تصب في الاذيتين بمجذوع كبيرة : جذعين في الاذينة اليمنى ، واربعة في الاذينة اليسرى .

وهكذا يخرج الدم من القلب بالشرايين وعود اليه بالاوردة ، وتثبت ذلك في التجربة التالية : اذا ربطنا شرياناً ، اجتمع الدم قبل الرباط من جهة المحيط . وجهاز الدوران مسدود يجبس في داخله الدم الذي يروي على



شبكة شعرية

١ - القسم الاتهائي من الشريان ٢ - القسم الابتدائي من الوريد ٣ - شبكة شعرية

الرغم من انجباسه داخل الاوعية ، اصفر جزء من اجزاء البدن .

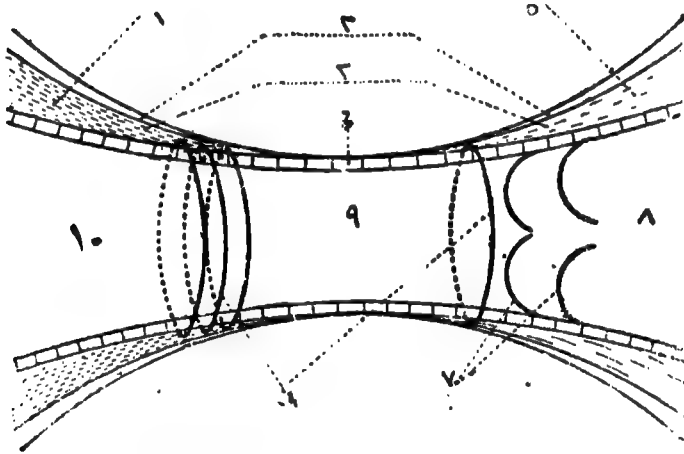
بنية الاوعية المقارنة : اولا — جدار الشرايين : تتألف جدران الشرايين من ثلاث اقسام :

١ - قميمص باطنة او بطانة ، وهي غاطية تتصل بالشفاف وتتألف من خلايا بشرية مسطحة بضاعفها نسيج ضام .

٢ - قميمص متوسطة ، وهي عضلية تتألف في الاوعية الكبيرة او المتوسطة من الياف مرنة كثيرة ، وتتألف في الاوعية الصغيرة من الياف عضلية ملس دائرية . فالشرابين الكبيرة اذن مرنة يحدث قطعها نزفاً غزيراً وخيم الماقبة لان مقطعها يبقى مفتوحاً . أما الشرايين الصغيرة فهي قابلة للتقلص والانسداد .

٣ - قميمص خارجية : وهي ليفية رقيقة تتوزع فيها الاوعية والاعصاب .

ثانياً - جدار الشعريات : يتألف من النشاء المخاطي فقط ، ويتراوح قطر الاوعية الشعرية بين ٦ و ١٢ صغيراً ، وهي مرنة قابلة للتقلص وينشأ تقلصها اما من خاصية تتصف بها هيولى الخلايا البشرية نفسها او من تقلص الخلايا الضامة التي تحيط بالوعاء الشعري نفسه وتكون بشرته المحيطية .



بنية الاوعية الدموية المختلفة

- ١ - الياف مرنة عديدة - ٢ - قميمص ظاهرة ليفية - ٣ - قميمص متوسطة عضلية - ٤ - قميمص داخنة
- ٥ - قميمص باطنة غاطية - ٦ - الياف عضلية ملس - ٧ - مصاريح بشكل عشب الحنظل
- ٨ - وريد - ٩ - شعريه - ١٠ - شريان

ثالثاً - جدار الاوردة : هو اقل منخفاً واكثر رخاوة من جدار الشرايين ويتألف خاصة من نسيج ضام . ونميز فيه ايضاً ثلاثة أقمصه :

١ - قميص باطنة : وهي مخاطية تشبه القميص المائلة في الشرايين .

٢ - قميص متوسطة : وفيها الياف عضلية ملس والياف مرنة متفاخمة قليلة العدد .
فالاوردة اذا قليلة المرونة ولا يسبب قطعها نزفاً وخيماً لان جدرانها المقطوعة تنطبق
على بعضها فتسد الوعاء ، وهي قابلة للانساع (الاوردة الدالية) ويجمع الدم فيها
بعد الموت .

٣ - قميص خارجية : وهي ثخينة ضامة حافظة بالاولوية المغذية وتوجد في الاوردة
(عدا اوردة الرأس والرتين والكليتين ووريد البواب) التواءات ملتصقة بالجدران



تكون مصاريع بشكلها عش الحمام يتجه تقعرها نحو القلب وهي
تسمح بحريان الدم نحو القلب وتحول دون رجوعه الى الوراء
او الاسفل لاسباب في الطرفين السفليين .

وتكون الشرايين عادة عميقة في البدن ما عدا الشرايين
الكبرى والسباتي . ويرافق كل شريان وريدان عميقان . وتوجد
اوردة سطحية تكون شبكة وريدية تحت الجلد . اما سعة
الجملة الوريدية فهي ضعف سعة الجملة الشريانية تقريباً .

شكل (١٨٦)

وريد مفتوح ١، ٢، ٣ :

مصاريع بشكل عش الحمام

فيزيولوجيا الدوارن

تتحرك كتلة الدم بفضل تقلصات المضخة القلبية التي تحدث ضغطاً ينتقل الى
الشرايين ومنها الى الشرييات والاوردة، فيساعد الضغط المتواصل هذا على اندفاع الدم من القلب
وعلى عودته اليه . واذا توقفت تقلصات القلب عن حركتها توقفت معها الدورة الدموية
واقفاد الجسم الى الموت .

فيزيولوجيا القلب

يقوم القلب بدور مضخة ماصة كاسبة فيستنشق دم الاوردة بالاذينتين ويدفع دم البطينين الى الشرايين . وعبر الدم بين عمل المص والكبس من الاذينتين الى البطينين وتدرس وظيفة القلب هذه بالملاحظة المباشرة وبالتسجيل .

الملاحظة المباشرة : تجوبة : لنفتح الغصص الصدري في ارنب ونجرد القلب فيه للعيان فتلاحظ ان القلب يتقلص تقلصات منتظمة تدعى الضربات ، وتستمر كل ضربة من هذه الضربات في الانسان مدة تقدر بـ ٨٥٠٠ من الثانية ، فيضرب القلب فيه هكذا وسطيأ حوالي ٧٠ ضربة في الدقيقة وتبدل هذا المدد جملة في العوامل نذكر منها :
أ - السن : فالضربات سريعة في الطفل ثم تتناقص تدريجياً وتعود الى الاسراع في الشيخوخة .

ب - الجنس والقامة : فالضربات سريعة في المرأة وفي قصار القامة .

ج - التمارين والانفعالات والحمل : وكلها تسرع ضربات القلب بينما يبطئها النوم .

د - نوع الحيوان : اذ تسرع الضربات كلما كان الحيوان قصير القامة .

وتمكننا الملاحظة المباشرة ، وان كانت لا تفي تماماً بحاجة الدرس ، من اجتناء المعلومات التالية : تألف كل ضربة من ضربات القلب من ثلاثة ازمنة : زمن تقلص فيه الاذينتان ويدعى بالانقباض الاذيني ، وزمن يتقلص فيه البطينان ممأ ويدعى بالانقباض البطيني ، وزمن يستريح فيه القلب كله فيعود الى حجمه الاصلي ويسمى الاسترخاء العام . وتتوالى هذه الازمنة الثلاثة دائماً بنظام متماثل ، ويدعى تواليها مرة واحدة دورة قلبية وتدوم ٨٥٠٠ من الثانية تقريباً . ولندرس الآن ماذا يحدث في القلب في كل زمن من هذه الازمنة على حدة .

١ - دور الاسترخاء : يصل فيه الدم الماتم الى الاذينة اليمنى بالوريدين الاجوفين

العلوي والسفلي ، ويصل الدم القانيء الى الاذينة اليسرى بالاوردة الرئوية الاربعة ، فتتمليء فيه هكذا الاذيتان .

٢ — دور الانقباض الاذيني : يطرد الدم فيه من الاذيتين الى البطينين . فينتفح فيه المصراعان الاكليبي ومثلث الشرف ، ويسمحان بمرور الدم الى البطينين . ولا يستطيع الدم العودة الى الاوردة الرئوية ولا الى الاجوف العلوي بسبب ضغط الدم الوارد كما يعترض مصراع تريبزوس ومصراع اوستاش عودته الى الوريدين الاكليبي والاجوف السفلي .

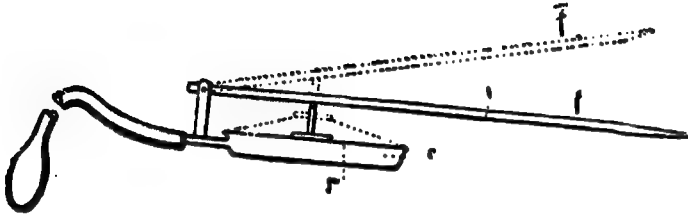
٣ — دور الانقباض البطيني : هو اطول واكوى من الدور السابق ويندفع الدم العاتم فيه الى الشريان الرئوي من البطين الايمن كما يندفع في الوقت نفسه الدم القانيء من البطين الايسر الى الوتين ، ولا يستطيع الدم العودة الى الاذيتين لان المصاريح الاكليبية ومثلثة الشرف ، بتأثير ضغط الدم الواقع على وجوها السفلى ، تسد الفوهتين الاذيتيتين البطينيتين سداً محكماً . ومتى انتهى الانقباض يميل الدم المضغوط في قطعتي الوتين والشريان الرئوي القائمتين الى العودة الى البطينين فتعترضه المصاريح السينية وتمنع عودته . وتكون الاذيتان في هذا الدور مسترخيتين وتبتدآن بالامتلاء بالدم اذ يحدث فراغها منه بعد انقباضها استنشاقاً يستدعي اليها الدم من الاوردة ثم تنقبضان من جديد في دورة قلبية ثانية وهكذا دواليك .

ولنذكر ان انقباض البطين الايسر اشد بكثير من انقباض البطين الايمن المواقى لان جدار الاول انحن من جدار الثاني وعمله ابعد مدى . وقد شوهدت حركات القلب عياناً تحت دريئة الاشعة السينية (اشعة X) .

طريقة التسجيل : تستخدم فيها اجهزة تدعى المسجلات القلبية ويتألف المسجل القلبي

من مجل من المطاط يدعى المجل السابر ، يتصل بواسطة انبوب من المطاط ايضاً ، بصندوق غشائي يدعى طبله ماري . ويتألف هذا الصندوق من علبة معدنية يغلها غطاء رقيق جداً من المطاط . وتستند على غطاها ساق معدنية تتصل بذراع رافعة ، وفي نهاية الذراع قلم يستند الى سطح اسطوانة مسجلة مطلية بالهباب الاسود . وتدور الاسطوانة المسجلة حول محورها بسرعة متساوية . فينتقل كل ضغط يقع على المجل الى طبله ماري التي يرتفع غطاؤها

فيحرك ذراع الزافعة التي تسجل الحركة بمعد تكبيرها . اما المسجلات فتصنع منها انواع دقيقة توضع في ابر معدنية مثقوبة يستطاع ادخالها في اوعية الحيوانات الكبيرة كالحصان والثور ودفها منها الى القلب . وتستخدم للوصول الى القلب ، طريق الوريد الوداجي الايمن ، وللوصول الى القلب الايسر طريق الشريان السباتي الايسر



(شكل ١٨٧) طبقة ماربي
 ١ - وضعت ذراع الزافعة ١ - ذراع الزافعة
 ٢ - العلة المدية ٣ - غشاء مطاط

فاذا ادخلنا مسباراً الى كل جوف من اجواف القلب حصلنا على مخطط يبين تقلصات هذه الاجواف في دورة قلبية كاملة ، ويسمى مخطط القلب ، ونجتني من قراءة هذا المخطط معلومات عن قيمة الادوار القلبية ومدتها النسبية في الدورة الواحدة كما نعرف اشكال خطوط الاذينات وخطوط البطينات ، وقد وجدت مدة الادوار القلبية في الحصان كايلى:

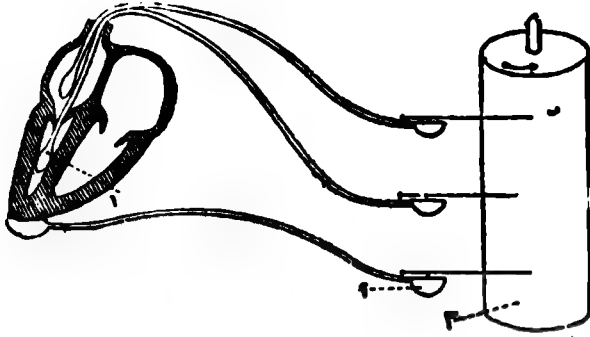
الانقباض البطيني: $\frac{2}{12}$ من الدورة القلبية التامة (٠.٢ من الثانية)

الانقباض الاذيني: $\frac{4}{12}$ من الدورة القلبية = (٠.٤ من الثانية)

الاسترخاء العام: $\frac{6}{12}$ من الدورة القلبية = (٠.٦ من الثانية)

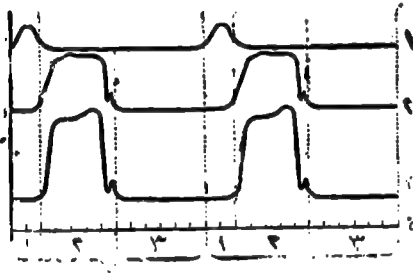
فيعدل القلب في الحصان $\frac{6}{12}$ من مدة الدورة التامة ويستريح $\frac{6}{12}$ منها فلا يعمل في

اربع وعشرين ساعة اذن
سوى اثنتي عشرة ساعة فقط



شكل (١٨٨)
المسجل القلبي الداخلي
مجل سابر ٢ - طبقتاري
اسطوانة مسجلة

ويكون القلب في الاسترخاء رخواً ليناً ويتكور في الانقباض، ويزيد قطره الامامي الخلفي، فتدفع ذروته نحو جدار الصدر وتسطدم به في النقطة بين الضلعين الخامسة

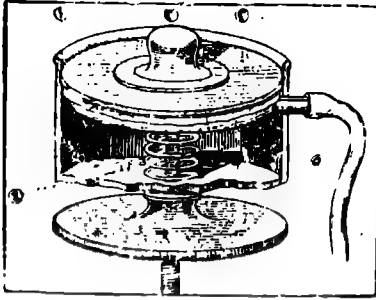


شكل (١٨٩)
مخطط ضربات قلب الحصان بمجل داخلي
١ - اذنية يمن ٢ - بطين ايمن ٣ - بطين
١ - ايسر ٤ - الزمن بأعشار الثانية المترسة؛
١ - الدورة الاولى ٢ - الدورة الثانية

والسادسة في حذاء حلة الثدي الايسر والنسبها بأصبعين تقريباً ؛ ونسبي اسطدامها هذا بجدار الصدر صدمة قمة القلب ، وتسجل بتطبيق مجل سابر على جدار الصدر في المنطقة المعينة ، او باستعمال مسجل قلبي خارجي .

ويتألف المسجل القلبي الخارجي (شكل ١٩٠) من محفظة معدنية غطاءها من المطاط في وسطه زر ناتئ يطبق على جدار الصدر بين الضلعين الخامس والسادس ، في منطقة القمة ، وتنتقل تبدلات الضغط الحادثة بتأثير صدمة القمة ، الى طبلة مسجلة . وتشبه الخطوط في هذا التسجيل خطوط التقلص البطيني التي يرسمها المسجل الداخلي . وبفضل هذا الجهاز درست تقلصات القلب في الانسان فوجد ان قلبه ينبض ٧٠ مرة في الدقيقة وان التقلص الاذيني يدوم ٠.١ من الثانية وان التقلص البطيني يستمر ٠.٣ من الثانية ويبلغ الاسترخاء ٠.٤ من الثانية ثانية .

اصوات القلب : لنضع اذننا على جدار الصدر في منطقة القبة ولنضعها بهدوء ، فنسمع



شكل (١٩٠)

المسجل القلبي الخارجي

- ١ - محفظة معدنية ٢ - غطاء مطاط
- ٣ - زر يطبق على القلب ٤ - نابض
- يسند الزره - البوب يتصل برافعة مسجلة

صوتاً خشناً مديداً يحدته تقلص العضلة القلبية الشديدة مع انفلاق الدسامات الاكليلية ومثلثة الشرف ، ويسمى الصوت الاول ، ويلى هذا الصوت سكون قصير المدة ، ثم نسمع صوتاً قصيراً جافاً ينشأ من انفلاق المصاريع السينية المفاجيء ويسمى الصوت الثاني . ويلى هذا الصوت سكون طويل ، ثم نسمع من جديد الصوت الاول وهكذا .

وقد تنضم الى هذه الاصوات الطبيعية أصوات مرضية تستعمل لضبطها ، متى كانت خفيفة ، آلة خاصة تسمى المسمع .

قوة القلب : يدفع القلب الدم الى الدوران فهو اذن يقوم بعمل . وتقدر قوته بالضغط الذي تحدته عضلته المتقلصة ، في الدم الموجود في اجوافه . وتزيد هذه القوة أو بالحري يزيد الضغط متى عاقت الدوران عاتقة فيضخم القلب ليقوي تقلصه . ويدفع البطين الايسر في التقلص الواحد في الانسان ، كمية من الدم تتراوح بين ٦٠ و ٧٠ غراماً بضغط يعادل وسطياً ١٥ سم من عمود الزئبق ، وتدعى هذه الكمية النفصة (الدفعة من الدم) . وينقص الضغط كلما ابتعد الدم عن القلب وهو خفيف في الشريان الرئوي (٥ سم) لضف تقلص البطين الايمن . ولندكر ان الدم يخرج من القلب دفعات متقطعة متوالية تواترها ٧٠ في الدقيقة ، وسنرى فيما بعد كيف تحول الشرايين هذه الدفعات المتقطعة الى تيار دموي متواصل

نظم القلب وتأثير الجملة العصبية فيه : القلب جهاز عضلي مقعد . تلفت النظر فيه ذويته ، إذ يشتمل بنفسه على عناصر حركته . فاذا عزلنا قلب ضفدع ووضعناه في محلول متساوي التوتر من ملح الطعام في الماء (٨ بالالف) ، فانه يستمر على ضرباته ساعات . واذا عزل

قلب حيوان من الثدييات فإنه يستمر على ضرباته ساعة واحدة في هذا المحلول . ويستطاع تطويل هذه المدة بوضع القلب في دم مزال ليفينه او في سائل وانجرلوك . وتضمن استمرار النظم الجلمة المصبية المستبطنة للقلب نفسه . فينشأ التنبه المحرك في العدة المصبية القلبية الاولى ويقلص الاذيتين ، ثم ينتشر نحو العقدة الثانية ويستغرق لاختفاره اليها في $\frac{3}{100}$ من

الثانية فتنتقل هذه العقدة بواسطة حزمة خاصة الى البطينين فيتقلصان ، ويقدر زمن انتشار التنبيه من العقدة الثانية الى البطينين $\frac{6}{100}$. من الثانية . واذا اختل هذا الاتصال بآفة

افرنجية او غيرها في الحزمة ، حدث الانفصال الاذيني البطيني او انحصار القلب ، فتنحصر التنبيهات في الاذيتين ولا تتعداهما الى البطينين . بيد أن البطينين يستمران على التقلص بتقلصات بطيئة تبلغ الثلاثين في الثانية ، وقد عزيت هذه التقلصات الى وجود عقد عصبية اضافية في جدار البطينات ، تدخل في العمل متى اصيبت الحزمة ، فتضرب الاذيتان هكذا ٧٠ مرة في الثانية بينما يضرب البطينان ثلاثين فقط .

أما الجلمة المصبية المركزية فينحصر عملها في تبديل نظم القلب تبديلاً يتفق مع حاجات البدن . وتتألف الضفيرة المصبية القلبية ، من اجتماع نوعين من الالياف المصبية : الياف ودية والياف نظيرة الودية (الرئوي المعدي) . فالالياف الرئوية المعدية معدلة او نهية تحدث تنبهاً بطيئاً في الضربات ، واذا كان التنبه شديداً وقف القلب في دور الارتخاء ، واذا قطعت اسرع القلب لزوال عملها المعدل ، اما الالياف الودية فهي مسرعة تحدث تنبهاً خفياً . واذا كان التنبه شديداً وقف في دور الانقباض .

وقد كشفوا مركز انعكاس معدل لحركات القلب في البطين الرابع ، كما كشفوا ايضاً مركز انعكاس تسرعها ، في المناحية الرئوية الظهرية من الضفراع الشوكي . وقد أيد الاختبار ذلك فأظهر أن الاعصاب الممدلة والمسرعة تعمل ايضاً بالانعكاس ، فتبدل الانفعالات والآلام نظم القلب كما تبدله بعض السموم ، فتسرعه الازويين وتوقفه الموسكارين بالاسترخاء . اما الديجيتالين فتقوي المضلة وتنظم ضرباتها .

الدوران في الشرايين

الدوران في الشرايين نابذ يقود الدم من القلب الى الاعضاء ، ويتم بفعل الضغط المتولد من تقلص العضلة القلبية ، فاذا قطعنا شرياناً تفجر الدم بقوة الى بعد ، ونمر الى الشرايين كمية من الدم في كل انقباض بطيني ، ومرورها هذا منقطع ، يسد ان تيسر الدم المتقطع يتحول الى تيار متواصل بفضل ثلاثة عوامل اساسية :

١ - مرونة الشرايين .

٢ - المقاومة التي يلاقها الدم متى وصل الى الشرايين الصغيرة والشعيرات .

٣ - التقلص الذي يحدث في الشرايين الصغيرة ايضاً بتأثير الاعصاب الحركية اللاوئية . وهكذا نرى ان الشرايين ليست قنوات ساكنة انما تلعب دوراً هاماً في تسهيل الدوران وتنظيمه .

دور القميص المرنة في الشرايين الكبيرة والمتوسطة : تضمن المرونة الشريانية استمرار تيار الدم فتحول دفعات الدم المتقطعة الصادرة عن القلب الى تيار مستمر ، فاذا قطعنا شرياناً كبيراً قريباً من القلب تفجر الدم بدفعات متوالية توافقت الانقباضات البطنية وقد سمينا الدفعة من الدم النفصة . واذا قطعنا على العكس شرياناً صغيراً بعيداً عن القلب سال منه الدم سيلاناً مستمراً . وثبتت دور مرونة الشرايين هذا بتجربة ماري التالية :



(شكل (١٩١) تجربة ماري
ص - صنبور يتصل بالبوئين ، واحد من الزجاج ، والثاني
من المطاط .

لنأخذ قارورة لها في اسفلها
صنبور ذو فرعين . ثم لنصل احد
الفرعين بأنبوب زجاجي ولنصل
الثاني بأنبوب من المطاط على ان
يكون قطر الانبوبين متساوياً .
ثم لنملا القارورة بسائل ولنفتح
الصنبور ولنقله سرات متوالية ،
فنلاحظ ان السائل ينصب من

الانبوب الزجاجي متقطعاً بينما ينصب من انبوب المطاط متواصلاً وإذا جمعنا كمية السائل المنصبة في زمن معين وجدنا ان الكمية المنصبة من انبوب المطاط اكبر من التي انصبت من انبوب الزجاج . وهكذا نستنتج ان الشريان المرن يستوعب كمية اكبر من الكمية التي يستوعبها شريان غير مرن وان تساوى القطران . وتخفف مرونة الشرايين عمل القلب لذلك ، متى تصلبت الشرايين وفقدت مرونتها ، يضخم القلب لاضطراره الى القيام بعمل اكبر فيتعرض حينذاك الى التعب والقصور .

التوتر الشرياني (الضغط) : اذا قطع احد الشرايين بندق الدم منه بقوة تدل على انه كان واقفاً تحت تأثير ضغط . وتبدي الشرييات مقاومة عظيمة لدوران الدم بسبب وفرتها وضيق قطرها الشديد فتتجمع قوى احتكاك تلجم الدوران وتكون لذلك ذات اهمية كبيرة ولا يتغلب الدم على هذه المقاومة الا لأنه يسيطر على الجلة الشريانية بضغط كاف . وينتج هذا الضغط من جهة عن نظم حركات القلب وقوة التقلصات القلبية ومن جهة اخرى عن رد الفعل الذي تقوم به جدران الشرايين على كتلة الدم فالشرايين تتمدد ولكنها بفضل مرونتها تعود الى حجمها الاول مما يؤدي الى انضغاط الدم الذي ينتقل الى جدار الاوعية فيسبب فيها توتراً مستمراً .

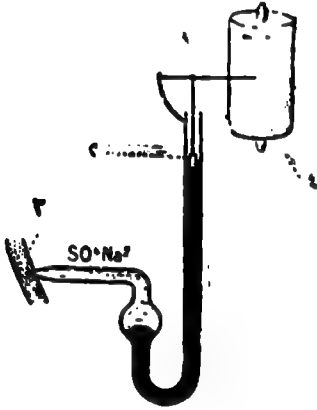
ويتبدل التوتر احياناً في الشخص نفسه بحسب الحالات التي يتعرض اليها . فهو يزيد في الشرب الكثير لزيادة كتلة الدم في الخفقان (لزيادة عدد النبض في الدقيقة) وفي تضيق الشرييات ، وفي تصلب الشرايين ويسمى زيادته ارتفاع التوتر الشرياني ، ويحدث عكسه اي هبوط التوتر متى ضعفت العضلة القلبية او متى خفت كمية الدم كثير كما في عقب الزيف الغزير .

قياس التوتر الشرياني : يستعمل لذلك مضخات زئبقي (مقياس ضغط) مؤلف من انبوب بشكل U عملاً احدى شعبتيه بمادة مائنة لتخثر الدم ككبريتات الصوديوم او حماضاته ، وتوصل بقنينة مديية تدخل الا الشريان ، وتوضع على سطح الزئبق في الشعبة الثانية عوامة لها ساق قائمة تتصل بآلة تستند الى اسطوانة مسجلة مطلية بالهباب ، فنحصل هكذا على خط بياني يوضح قيمة التوتر وتبدلاته . وقد وجد ان التوتر في سباتي الكلب

١٥ سم وانه يزيد وقت الانقباض البطيئ سائتتراً واحداً .

ويستعمل الاطباء اجهزة مدرجة خاصة لقياس هذا التوتر في الانسان ، وهي تتألف من مضفاط حساس يتصل بأنبوب بكم او جيب من المطاط . ويتصل الجيب بأنبوب من المطاط ايضاً بأجاصة مرنة يدفع الهواء بواسطتها الى الجيب .

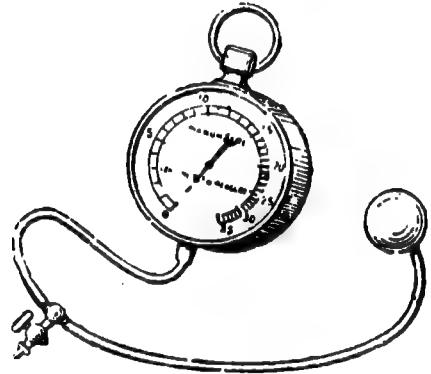
اما طريقة الاستعمال فهي ان يلبس السكم او الجيب على المضد او المعصم وان يملأ بالهواء المضغوط ، الذي يضبط بدوره على الشريان المضدي او الكبيري ضغطاً متزايداً حتى يقف



شكل (١٩٣)

قياس التوتر (الضغط) الشرياني

- ١ - قلم مسجل
- ٢ - هواء
- ٣ - شريان
- ٤ - أنطوانة مسجلة



شكل (١٩٢)

مضفاط مقياس ضغط النبض

النبض ، حينئذ يكون الضغط الحاصل في السكم مساوياً لضغط الدم وتدل عليه ابرة المضفاط . وتهم الطبيب في الانسان ، معرفة توتر الدم الاقصى ، اي التوتر الانقباضي (وهو يساوي ١٢ سم وسطياً) وتوتره الادنى اي التوتر الاسترخائي (وهو يساوي ١٠ سم) والفاضل بين التوترين الذي يجب ان يكون ثابتاً تقريباً يساوي ١٥ .

سرعة الدوران : وقد توسلوا ايضاً الى قياس سرعة الدم فوجدوا انها تتناقص كلما ابتعدت عن القلب لان قطر الجلة الشريانية يتسع وتبطىء في الشعريات مما يسمح بأنعم المبادلات الغذائية المختلفة عبر جدار الشعريات .

النبض: تظهر الدورة السريانية للعيان بفضل النبض تعدد النخضة القسم الاول من الوتين لتفسح لنفسها مكاناً ويظهر هذا التمدد على جدار الشريان بمد كل انقباض، وينتشر فيه كالوجة، بسرعة تبلغ تسعة أمتار في الثانية ونشعر بهذا التمدد المنتشر اذا ضغطنا شرياناً على سطح عظمي (الشريان الكبير او الصدغي) ونسميه النبض، (ويجب ان لا نخلط بين انتشار موجة التمدد هذه في جدار الشريان وبين سيلان الدم فيه) ، اذ ان الموجة قد تنتشر حتى من خلال رباط على الشريان، وسرعتها اكبر بكثير من سرعة الدم) .

ويتأخر الشعور بالنبضة الموافقة لانقباض معين في الشرايين البعيدة عنه في الشرايين القريبة ، لان انتقال الموجة في جدار الشريان يقتضي بعض الوقت . مثلاً نشعر بالنبضة في الشريان السباتي قبل شعورنا بها في الشريان الكعبري بمشر الثانية . ويفيد عد النبض في معرفة عدد الانقباضات في الدقيقة لان التواتر في الاثنين واحد .

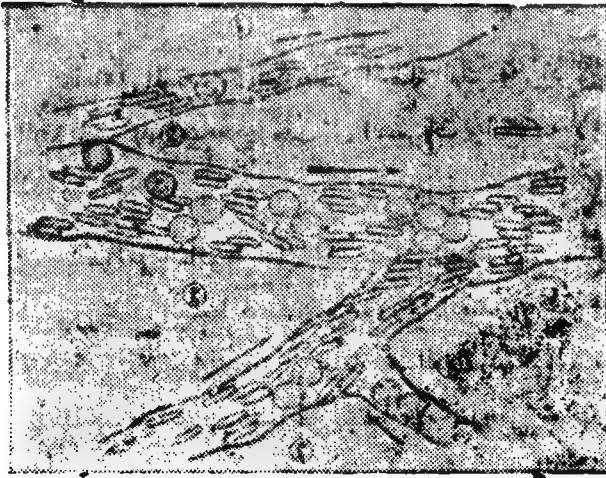
عمل القميص العضلية في الشرايين الصغيرة : ينظم تقلص الشرايين الصغيرة كمية الدم الواردة الى الاعضاء . وتمتد هذه الشرايين شبكات موزعة توزع الى كل عضو من الاعضاء كمية من الدم تناسب حاجته وحالته . فاذا كان في دور العمل اعطته كمية اكبر، واذا كان في دور الراحة خففت حصته وهكذا يرد من الدم الى العضلات في اثناء التقلص اكثر مما يرد اليها منه في اثناء الراحة ، وتتورد الغدد متى نشطت وتبقى رمادية في حالة الراحة .

اما آلية هذا التنظيم فهي كما يلي : تتوزع في عضلات الشرايين الدائرية للمس الياف عصبية ردية تقلصها متى تنبثت ، فينقص قطر الوعاء ويقل الدم الجاري فيه وهذا ما يحدث في اثناء الراحة . وقد سميت هذه الالياف المصيبة الالياف المضيقة للاوعية ، وينشأ من عملها الشحوب بتأثير الخوف والفرح والبرد والخ . وهناك الياف عصبية اخرى تعدل عمل هذه او تنهائ كجبل الطبل وقد سميت الالياف الموسعة للاوعية ، ويعود بتأثيرها قطر الوعاء المنقبض الى حالته الاسلية فيتسع ويجري فيه مقدار اكبر (٥ مرات) من الدم فيحمر العضو الذي يرويه الوعاء ويسخن وينشط في عمله لشاغل كبيراً . وقد بين العالم كلود برنارد تأثير الاعصاب في قطر الاوعية بقطع الوهي في عنق ارنب نستنتج من ذلك ان القميص العضلية في الشرايين الصغيرة تلعب دوراً كبيراً في التغذية اذ بتنظيمها هذا تروي الاعضاء وتنظم تغذيتها ونشاطها كما تنظم افراز الغدد والحرارة .

الدوران في الشعريات

يجري الدم في الشعريات ، وهي اوعية مرنة تتمدد وتقلص ، ببطء زائد (٠.٥ - ١.٥ مم الى الواحد مم في الثانية) اما ضغطه فخفيف ويتاوه فيها مستمر متساوي . فينتشر الدم هكذا في شبكة وعائية لاتحصى اغصانها ويحيط بكل جزء من اجزاء النسيج فييادها الاغذية والفضلات كما تنسل منه الكريات البيض لتقوم بوظائفها في ناحية من نواح البدن ، وقد بينا آلية السلاها فيما سبق .

ونشاهد الدوران في الشعريات بوضوح تحت المجهر ، في ذنب الشرغوف او رثة الضفدع . فنشاهد مرور الكريات الحمر في الاوعية الدقيقة ، ونشاهد كيف تبدل هذه الكريات شكلها وتمر واحدة واحدة متى كان قطر الوعاء اضيق من قطرها (٢ - ٥ صغ) وتكون سرعتها في وسط الوعاء اكبر من سرعتها بتماس جدرانها كما في ماء الانهار فتلاحظ على الجدار طبقة ساكنة من المصورة تدعى الطبقة اللاصقة تكثر فيها الكريات البيض .



شكل دوران الدم في الشعريات
١ - جدران الاوعية الشعرية ٢ - كريات حمر

وبالاختصار يصل الدم
بالشعريات الى غايته فيسبح
بتماس خلايا النسيج .

وتبدل الشعريات قطرها
على الرغم من تجردها
من الطبقة المضطية المرنة
وذلك بتأثير الاعصاب
او بتأثير محمولات
النشاط الخلوي في النسيج
فيوسمها غاز الفحم
والهستامين ، ويضيقيها
مولد الخوضه . ويميزى

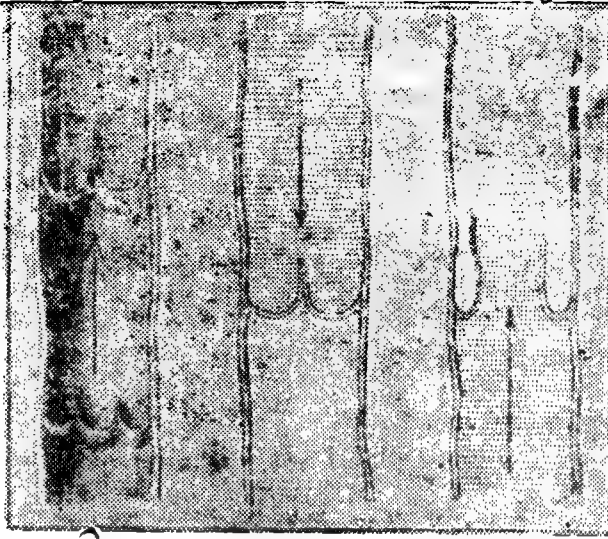
تبدل قطرها اما الى تقلص المبول في خلايا الوعاء الشعري البشرية او الى تقلص الخلايا الضامة المحيطة بالوعاء .

الدوران في الاوردة

الدورات في الاوردة دوران جاذب او راجع يعود فيه الدم من المحيط الى القلب . وضغط الدم في الاوردة خفيف يتراوح بين ٥-١٥ مم من الزئبق ويخف كلما اقتربنا من القلب فهو ١ - ٠,٦ مم من المم بالقرب من قلب الكلب ويساوي صفراً في وريده الوداجي . اما سرعة الدم فتزيد في الاوردة كلما اقتربت من القلب (لان حجم الجملة الوريدية يتناقص حين تتجه من الاعضاء نحو القلب وتقدر بـ ١٥ سم في الثانية في الوريد الوداجي في الكلب بينما تكون ٣٠ سم في الثانية في الشريان السباتي الذي يرافق هذا الوريد . وقد رأينا ان العامل في جريان الدم في الشرايين هو تقلص العضلة القلبية ، اما جريان الدم في الاوردة فتكاثف فيه عوامل عديدة منها عامل واحد رئيسي والعوامل الاخرى ثانوية .

العامل الرئيسي : هو تقلص العضلة القلبية . اذ يولد هذا التقلص ضغطاً وتوتراً في الدم يخف تدريجياً من القلب الى الشرايين ولكنه لا ينعدم ، فيتقدم الدم بفضلها في الاوردة صاعداً .

العوامل الثانوية : أ الاستنشاق الصدري : عندما يزيد حجم جوف الصدر في الشيق يخف الضغط فيه فتتسع الاوردة الصدرية لخفة الضغط على جدرانها الخارجية ويستدعي الساعا الدم من المحيط نحو القلب اي من الاجوف السفلي الى الاذينة اليمنى . كما ان هبوط الحجاب الحاجز يضغط الاحشاء في جوف البطن فتضغط هذه بدورها وريد الباب والوريد الاجوف السفلي فتساعد على سوق الدم فيها نحو القلب .
ب — الاستنشاق القلبي : يحدث استرخاء البطينين بعد انقباضها فراغاً يستدعي اليها الدم بالاستنشاق من الاوردة الرئوية ومن الاجوفين .



شكل دور المصارع في الدوران الوريدي

ج - الثقل : لهذه القوة تأثير مساعد في الدوران الوريدي فوق القلب وتأثير معاكس تحت القلب خاصة في اورددة الطرفين السفليين وتحول المصارع هنا دون عودة الدم الى الاسفل بفعل الثقل .

د - تقلصات العضلات :

تضيق العضلات اثناء تقلصها الاورددة التي

تجاورها فتفرغ الدم من القلب . ويتم هذا الانفراغ نحو القلب بفضل وجود المصارع التي تمين الاتجاه اذ لولاها لسأقت التقلصات ، الدم في الاتجاهين ، الاتجاه المحيطي والاتجاه القلبي على حد سواء . وهكذا تسهل التمارين الرياضية والمشي والركض والقفز والدوران الوريدي الراجع بيد ان التقلص المضلي المديد المستمر يميّز هذا الدوران ويزعجه .

هـ - النبض الشرياني : ينتقل النبض الشرياني الى الاورددة التي ترافق الشريان والتي تكون محصورة معه في غمد ضام واحد . فيحدث اتساع الشريان اثناء النبض ضغطاً على الاورددة يسهل جريان الدم فيها .

نستنتج مما تقدم ان الاورددة اوعية منفعة ليس لها عمل مباشر في جريان الدم نحو القلب بينما تعتبر الشرايين اوعية فاعلة لقميصها المضلية تأثير كبير في جريان الدم فيها . وقد يؤثر ضغط الممود الدموي وثقله في جدران الاورددة فيوسمها محدثاً ما يعرف بالدوالي .

البلغم

يغيد في تغذية الالسجة سائل آخر غير الدم يدعى البلغم ، يحيط مباشرة بخلايا البدن فيستحق أكثر من الدم اسم الوسط الداخلي . وهو سائل مصفر شفاف قلوي التفاعل غزير الكمية بقدر وزنه برقع وزن البدن وقد نضح المجرّبون من ناسور في القناة الصدرية في بقرة ٩٥ ليتراً من البلغم في اربع وعشرين ساعة .

تركيبه : يشبه تركيب البلغم تركيب الدم بيد ان البلغم مجرد من الكريات الحمر . ويتألف من مصورة وكريات بيض فهو دم بلا لون . اما كريات البيض فهي من فئة البلغميات وعددها : ٨٠٠ في المم^٣ اي أكثر بقليل مما في الدم : ويكون عددها في البلغم الصادر من العقد البلغمية أكبر منه في البلغم الوارد اليها ، اما المصورة فيشبه تركيب مصورة الدم مع اختلاف في نسب المواد فيها ، فئاؤها أكثر ونسبته ٩٥٪) وأحباتها أقل ويقل فيها مولد الليفين وسكر العنب بينما تكثر البولة . وفي مصورة البلغم كلور صوديوم بنسبة ٧ بالالف كما فيها ايضاً غازات : قليل من مولد المحوضة وكثير من ماء الفحم (٣١-٣٥٪ من حجم الغازات الكامل) . والبلغم الطبيعي أكثر فضلات وأقل اغذية من الدم ويلعب دوراً كبيراً في تغذية النسيج ، فيقدم لها ما ينقصها من الاغذية ويخلصها من الفضلات ، وقد شوهد في اثناء الهضم ان البلغم في الاوعية البلغمية المعوية (الاوعية الكيلوسية) ابيض فيه نسبة كبيرة من الدسم فأطلق على هذا النوع من البلغم اسم الكيلوس . وبزول اللون بعد اقباء الامتصاص ويعود البلغم الى حالته الشفافة الطبيعية .

ويتخثر البلغم ببطيء فينفصل الى علقه يضاء رخوة لا تنكمش ، حجمها أقل من حجم علقه الدم لان مولد الليفين الذي يكونها أقل كمية في البلغم منه في الدم ، والى سائل لالونه . منشأه : عندما يمر الدم في الشريكات ينتج قسم من مصورته عبر جدار الاوعية فيملاً

الافضية والفراغات في النسج الضامة ، وتنسل مع المصورة كريات بيض ، ويتكون من المصورة الناتجة والكريات البيض المنسلة البلغم . فالبلغم اذا نتحة دموية تزيد كميتها بزيادة ضغط الدم في الاوعية . ولنصف الى الثلث وضغط الدم عاملاً آخر يلعب دوراً كبيراً في تكوين البلغم وهو خلايا الشعريات البشرية التي تقوم بسدور خلايا مفرزة تفرز البلغم وتطرحه خارج الاوعية الشعرية . ويثبت ذلك استمرار تكون البلغم حتى بعد ربط الشريان ربطاً يوقف دوران الدم فيه ويحذف النتوج . وينشط بعض المواد كالمضموّنات وخلاصات الملق تكون البلغم فتسمى المواد المدرة للبلغم .

ومها يكن من امر فان كمية البلغم المتكون اكبر من كمية الدم . وقد جني من ناسور بلغمي في الطرف السفلي لاسنان وزن ٦٠ كغ ، ١٢٥٠ غراماً من البلغم في الساعات الاثني عشرة التي تلت تناوله الطعام ، وهبطت هذه الكمية الى ٦٠ غراماً في الساعة بعد صيام دام ثمانية عشرة ساعة .

جهاز الدوران في الفقاريات

يحتوي دم الفقاريات على الدوام على كريات حمر ملونة بالخضاب وكريات بيض تسبح جنباً الى جنب في المصورة . وتكون الكريات الحمر اهليجية وذات نوى في الفقاريات الببوضة اما الثدييات الولودة فلها كريات حمر مدورة مجردة من النوى (يكون لها في الجنين نوى) .

١ - جهاز الدوران في الاسماك : يقع في قلب الاسماك ووراء الفلاصم مباشرة ويشتمل على جوفين فقط : اذينة وبطينة ، ولا يمر فيه سوى دم وريدي عاتم . يعطي البطين بصلة شريانية يصدر عنها شريان غلصمي يعطي الى الجانبين اربعة ازواج تدعى الاقواس الاهرية تتوزع في الفلاصم مشكلة شبكات شعرية ، ويعود الدم من الفلاصم قائماً بأربعة ازواج من الفروع الصادرة فيجتمع في جذرين اهريين ، يجتمعان في الامام فتصدر عنها اوعية الرأس . ويجتمعان في الخلف فيشكلان الابهر الظهري الذي تذهب منه اوعية الجسم المختلفة

ويعود الدم الوريدي من الرأس بوريدن اصليين اماميين ومن بقية انحاء الجسم بوريدن اصليين خلفيين ، ووريد فوق الكبد . ثم تلتقي هذه الاوردة في قناتي كوفية اللتين تصبان في الجيب الوريدي الذي يوصله الى الاذينة فالبطين .

٢ - جهاز الدوران في الضفادع : ١ - في الشراغيف : يكون للقلب اذينة و بطين كما في الاسماك ، ويمتد من البطين بصلة شريانية تعطي شرياناً يتفرع الى اربعة ازواج من الاقواس الابهريه . ومع نمو الشراغيف تتطور هذه الاقواس بالترتيب الآتي : يتحول الزوج الرابع الى شريائين سباتيين ويتحول الزوج الثاني الى شريائين ابهرين أما الزوج الثالث فيضم . ويتحول الزوج الرابع الى شريائين رئويين جلديين وذلك عند توقف التنفس الغلصمي وتشكل الرئتين .

ب - في الكهول : يصحح للقلب اذيتان و بطين واحد ، ويعتمد البطين ببصلة شريانية تصدر عنها ثلاثة أزواج من الشرايين وذلك باقتسامها الى مجريين بواسطة حاجز طولي ، فمن المجرى اليسرى عند الشريائين الرئويين الجلديين ، ومن اليمين عند القوسان الابهريتان والسباتيان . يأتي الدم العاتم الى الاذينة اليمنى والدم القاني الى الاذينة اليسرى . ثم يمر الدم الى البطين بدون أن يختلط اختلاطاً كاملاً . فيمر معظم الدم الوريدي في الشريائين الرئويين الجلديين ؛ ويمر معظم الدم القاني في الشرايين الابهريه والسباتية .

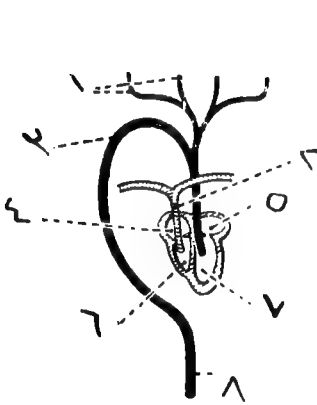
٣ - جهاز الدوران في الزواحف :

أ - في المظايا والحيات والسلحفيات يتركب القلب فيها من اذيتين و بطين واحد . - يصب في الاذينة اليسرى الوريدان الرئويان اللذان يحتويان على الدم الاحمر القاني ؛ ويصب في الاذينة اليمنى الوريدان الاجوفان العلويان والوريد الاجوف السفلي وكلها تحتوي على الدم العاتم . ويأتي الدم العاتم الى الاجوف السفلي من الوريد الكبدي والوريد الكلوي . - والبطين يقسمه حجاب ناقص الى حجرتين غير متساويتين فالحجرة اليمنى تصدر عنها الشرايين الرئوية الحاوية على الدم العاتم . والحجرة اليسرى وهي أكبر شأن من اليمنى ينشأ عنها قوسان ابهريتان : تنشأ القوس

الابهرية اليسرى بالقرب من الشريان الرئوي وتحتوي على الدم العاتم اما القوس الابهرية اليمنى تخرج من الجهة اليسرى وتحوي الدم الاحمر القاني ويتفرع عنها الشرايين السباتية التي تروي الرأس وتغذيه . ثم تجتمع القوسان الابهريان بشريان واحد يختلط فيه الدم القاني مع الدم العاتم وبشكلان الابهر الظهري .

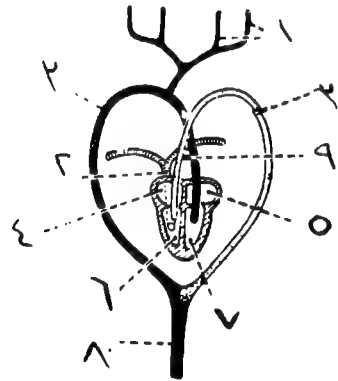
ب — في التامسيح : يصبح للقلب اربعة اجواف : اذيتان وبطينان وذلك من تكامل الحجاب الناقص فيفصل تماماً بين جزئي البطين . وتنشأ من البطين الايسر القوس الابهرية اليمنى (دم قاني) . ومن البطين الايمن تصدر القوس الابهرية اليسرى (دم عاتم) والشريان الرئوي . اما القوسان الابهريتان فتصل بينهما بالقرب من منشئها فوهة بانيزا .

وحين يتقلص البطين فالدم العاتم بكامله يمر الى الشريان الرئوي بسبب اساع فوهة هذا الشريان . اما الدم القاني فيمر الى القوس الابهرية اليمنى ومنها الى القوس الابهرية اليسرى عبر فوهة بانيزا .



قلب الطيور

- | | |
|----------------|----------------|
| ١ - سباتي | ٥ - اذينة يسرى |
| ٢ - شريان رئوي | ٦ - بطين ايمن |
| ٣ - قوس الوتين | ٧ - بطين ايسر |
| ٤ - اذينة يمنى | ٨ - وتين |



قلب الزواحف

- | | |
|---------------------|----------------|
| ١ - الشريان السباتي | ٥ - اذينة يسرى |
| ٢ - شريان رئوي | ٦ - بطين ايمن |
| ٣ - قوس الوتين | ٧ - بطين ايسر |
| ٤ - اذينة يمنى | ٨ - وتين |

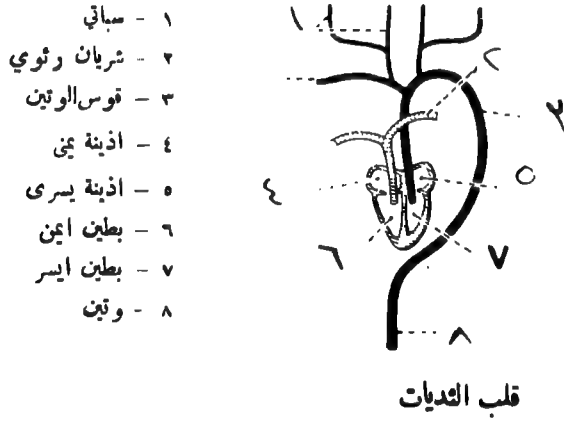
٤ — جهاز الدوران في الطيور :

يصبح القلب عند الطيور مؤلفاً من اذيتين اثنتين وبطينين اثنين وبهذا بشكل قلباً

ايمن دمه عاتم وقلبا ايسر دمه احمر قانيء ويكون جدار البطين الايسر أسمك من جدار البطين الايمن .

وتصب الاوردة الرئوية الاربعة في الاذينة اليسرى كما تصب الوريدات الاجوفان العلويان والوريد الاجوف السفلي في الاذينة اليمنى ، ولم نعد نجد الا قوساً ابهرية واحدة تقع في الناحية اليمنى يتفرع عنها الشرايين السباتية ولكنها تنشأ من البطين الايسر . فجهاز الدوران في الطيور لا يختلف عن جهاز الدوران في التماسيح الا بضمور القوس الابهرية اليسرى .

وبهذا تكون الدورة الدموية مزدوجة وكاملة فيها الدم الاحمر القاني منفزلاً عن الدم الاحمر العاتم .



قلب الثدييات

هـ - جهاز الدوران في الثدييات :

ان قلب الثدييات شبيه بقلب الانسان له اذبتان وبطينان وكذلك الامر في الطيور ولكن القوس الابهرية فيه تقع في الناحية اليسرى .

اما في الجنين نرى الحجاب الفاصل بين الاذبتين مفتوحاً بثقب يدعى ثقب Botal الذي لا يلبث ان يقبل الولادة فدعت هذه الظاهرة الى الاعتقاد بأن قلب جنين الثدييات (كما فيه قلب جنين الانسان) كأنه يعيد تركيب قلب الزواحف في نموه وتكامله .

كما بضمير فيه الوريد الاجوف العلوي والايسر ولم يعد فيه الا وريدان اجوفان الوريد

الاجوف العلوي والوريد الاجوف السفلي ؛ وتصب في هذا الاخير مجموعة الوريد الكبدي التي توجد في جميع الفقاريات .

والخلاصة يتطور جهاز الدوران في صفوف الحيوانات المختلفة من الاسماك الى الثدييات نحو دورة مزدوجة : دورة كبرى ودورة صغرى وهورة كاملة تامة لان كل نقطة من نقاط الدم ترسم دورة كاملة تامة فتخرج من البطن الى اليسر بالاهر وتمود اليه بعد ان تدور الدورتين . والدورة هذه ينمزل فيها الدم الى دم احمر قاني ودم احمر عاتم . كما يتم التطور باختزال عدد الاقواس الابهريه وبزوال مجموعة الاوردة الكلوية وقد يمود مرد هذه التطورات في أعضاء الدوران الى انتقال الحيوانات من الحياة المائية الى الحياة الهوائية .



الوحدة الثالثة

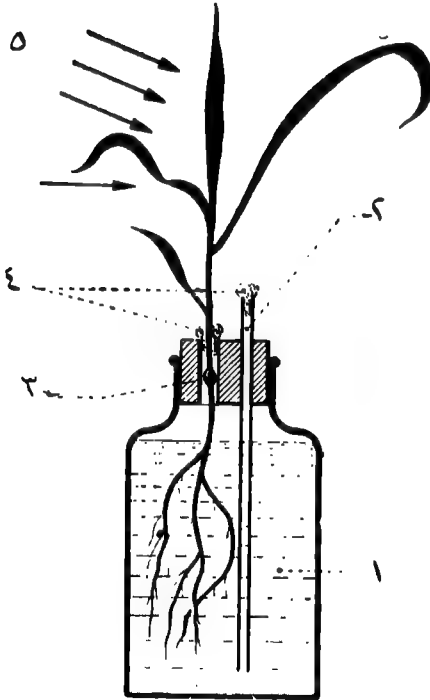
التغذية في النبات

اغذية النباتات الخضراء

تتغذى النباتات كالحوانات بأخذ الاغذية اللازمة لحفظها وسيانتها ونموها ، من الوسط المحيط بها ولا تستعمل النباتات الخضراء سوى أغذية معدنية محضه ، بينما تتناول الحيوانات مواد معدنية وعضوية معاً .

١ - التغذية الذاتية في النباتات البخسورية

بيانها وتعرفها :



١ التجوية الاولى : لنضع بذور الفرة الصفراء ، ننش كل منها في قارورة من الزجاج كما يبدو في الشكل ، على ان تحتوي الفئة الاولى من هذه القوارير على وسطه مذ بدعى سائل كنوب ، ويتركب من المواد التالية

ماء مقطر ١٠٠٠ غ

نترات الكالسيوم ١ غ .

نترات البوتاسيوم ٠.٢٥ غ

فوسفات وحيدة البوتاسيوم ٠.٢٥ غ .

كبريتات المغنيزيوم ٠.٢٥ غ

أثر بسيط من فوسفات الحديد .

وتحتوي الفئة الثانية من القوارير على ماء

مقطر فقط .

شكل (٢٠٧) زرع نبات اخضر في محلول مغذي

١ - محلول مغذي . ٢ - البوب يساعد على تغيير

السائل المتس . ٣ - بذرة . ٤ - قطن . ٥ - نور

لنمرض هاتين الفئتين من القوارير للنور

فتلاحظ في اول الامر ، ان نمو البذور يتشابه

في الفئتين ، وذلك لأن البذور تحتوي على مدخرات غذائية تساعد على نمو النباتات حتى ولو وزعت في وسط خال من المواد الغذائية (كما في الفئة الثانية) .

وبعد مدة قليلة ، يتوقف نمو نباتات الفئة الثانية ، ثم تموت ، بينما تواصل نباتات الفئة الاولى نموها وتزدهر . فنستنتج من ذلك مايلي :

لقد هيأت نباتات الفئة الاولى مادتها الحية ، أي أنها ركبت مواد عضوية اعتباراً من الاملاح المعدنية التي امتصتها جذورها من سائل كنب ، غير أن هذا المحلول لا يحتوي على عنصر الكربون الذي تتميز بوجوده كل مادة عضوية ، إنما حصلت عليه الاوراق من غاز الكربون الموجود في الهواء ، فامتصته لتركب ذراتها العضوية .
فنباتات الفئة الصفراء لم تستخدم في غذائها سوى المواد المعدنية .

وتطلق عبارة التغذية الذاتية Autotrophie على مقدرة النباتات على تركيب المادة الحية (اي مادتها العضوية) اعتباراً من العناصر المعدنية فقط .
ب — التجربة الثانية : تستخدم النباتات المدعمة اليخضور المواد العضوية الجاهزة لتركب مادتها الحية شأنها في ذلك شأن الحيوانات .

نأخذ لذلك علبتين من علب بتري (Pétri) تحتوي الاولى على سائل كنب المضاف اليه قليل من الهلام مع نسبة من السكر ١ ٪ . ثم لنذري هاتين العلبتين قليلاً من الففن الابيض المأخوذ من قطعة خبز عفنة .

وبعد مضي ثمانية أيام على ذلك ، نلاحظ أنه لا تبدو أي ظاهرة للنمو في أجزاء الففن التي زرعت في وسط معدني بحت . بينما نلاحظ العلبة الثانية الحساوية على سائل كنب المضاف اليه سكاروز بنسبة ١ ٪ ، تملأ بمشيجة الفطر Mycélium . كما نشاهد كتلا صغيرة سوداء تدعى البوغ وهي أعضاء التكاثر في الفطور .

نستنتج مما سبق : ان الفطور كسائر النباتات المدعمة اليخضور ، تحتاج الى أغذية عضوية لتنمو وتزداد حجماً ووزناً (كضرورة وجود السكر في التجربة السابقة) .
وتطلق عبارة التغذية غير الذاتية Hétérotrophie على طريقة التغذية اعتباراً من المواد

المختلفة العضوية والمعدنية ، فالغذوية غير الذاتية تستلزم وجود المواد العضوية بين الاغذية بصورة إجبارية .

٢ — تحديد العناصر الكيميائية الضرورية للنباتات الخضر

لقد أمكن تعيين تركيب الاوساط المغذية الضرورية للنبات بالطريقتين التاليتين :

أ — الطريقة التحليلية : وهي تعتمد على التحليل المنصري للنبات لتجري الاجسام البسيطة التي تتركب منها المادة النباتية . وهذه الاجسام التي تدخل في التركيب الكيميائي للنبات ، قد امتصها بشكل أغذية .

ولتحليل النبات ، يكس (يحرق) في مكان محصور ، ثم تفحص الغازات المنتشرة منه ، ويحلل رماده الناتج عن التكليس .

النتائج :

١ — تدخل في تركيب النبات دوماً عشرة أجسام بسيطة ، وبكميات وافرة هي : الفحم (الكاربون) ، والاكسجين ، والهيدروجين ، والآزوت ، والكبريت ، والفوسفور والبوليتاسيوم والمنغنيوم والكالسيوم والحديد .

٢ — وتدخل في تركيب النبات عناصر أخرى بكميات ضئيلة جداً كالبور والكلور ، والسيليسيوم والصوديوم والالومنيوم والمنغنيز والنترياء والنحاس والكوبالت والنيكل الخ .
تعد الطريقة : لا تعين هذه الطريقة فائدة الاجسام البسيطة الموجودة ، كما أنها لاتدلنا على أي شكل تكون عليه هذه العناصر التي يمتصها النبات من الوسط الخارجي ، كما أنه قد يصادف في النبات بعض العناصر غير الضرورية فيزيولوجياً لنموه : فالنبات الذي يعيش في أرض غنية بمادة الكلس أو السيليس ، يتراكم عنصر الكالسيوم أو عنصر السيلسيوم في انسجته دون أن تلعب هذه العناصر أي دور غذائي مفيد في حياته .

ب — الطريقة التركيبية : وتقوم هذه الطريقة على تهيئة اوساط مغذية مختلفة يزرع فيها نبات ويلاحظ نموه فيها ثم يؤخذ الوسط الذي نما فيه النبات أكثر من غيره ، فتحذف منه بعض العناصر ويدرس ما أحدثه هذا الحذف في نمو النبات . وهكذا توصلوا الى تعيين العناصر الضرورية ، وتحديد الكمية الفضلى لكل عنصر في المستنبت .

النتائج :

- ١ - لقد امكن بهذه الطريقة تحديد تركيب سائل كنوب ، فكان يحوي نسبة اجسام ضرورية هي الاكسجين ، والهيدروجين ، والآزوت ، والكبريت ، والفوسفور والبوتاسيوم ، والمغنيزيوم ، والكالسيوم والحديد ، وتدعى هذه العناصر ، بالاضافة الى عنصر الكربون الذي يأخذه النبات من غاز الكربون الموجود في الهواء ، بالعناصر التشكيلية ، وهي توجد في النبات بكمية وافرة وكسام مباشرة في تركيب المادة الحية .
- ٢ - وقد بينت التجارب الحديثة انه يجب ان يضاف الى هذه الاجسام ثلاثة عناصر اخرى هي : التوتياء ، والمنغنيز والبور التي تعتبر كمناصر وسيطة (عاملة بالتماس) تؤثر بكميات ضئيلة جداً .

٣ - بأي شكل تدخل العناصر الكيميائية في تركيب النبات ؟

يأخذ النبات الاوكسجين والهيدروجين من الماء والكربون من غاز الكربون الموجود في الهواء ، ويأخذ بقية العناصر من الاملاح المعدنية الموجودة في الوسط الابائي ، او في التراب ، وهي على شكل كبريتات ، وفوسفات ونترات العناصر التالية : Ga ، K ، Fe ، Mg ، Zn ، Bo ، Mn . ونلاحظ ان النترات هي افضل غذاء معدني للنبات .

التطبيقات العملية

- أ - الاسمدة : تفقد التربة قسماً من عناصرها الغذائية بمد جني المحاصيل ، فتموض هذه العناصر المفقودة حين تتوفر لها الاسمدة . وتكون الاسمدة معدنية (كالاسمدة الكيماوية) او عضوية (كدبال المزارع وقمامة المدينة الخ ..)
- وتكون الاسمدة الكيماوية آزوتية (كنيترات الصوديوم والكالسيوم وكبريتات الامونيوم والسياناميد) ، او تكون فوسفاتية كالفوسفات الطبيعية ، وفوق الفوسفات وخبث الحديد ، ورماد العظام) ، او تكون بوناسية (كلورور او كبريتات البوتاسيوم)
- فهذه كلها اسمدة تشكيلية تدخل في تركيب المادة الحية ، بعكس الاسمدة الوسيطية كالنوتياء والمنغنيز ، وحمض البوريك ، التي تستعملها النباتات بكميات ضئيلة . ونحصل

على سجاد كامل اذا مزجنا الاسمدة التشكيلية والاسمدة الوسيطة بنسبة معينة .
كما يغطي دبال المزارع علاوة عن العناصر المعدنية فضلات عضوية ، تعتبر بتفسيها
منبعاً طبيعياً للنيترات .

المواد التي يرحبها النبات : يفضل كل نوع نباتي مادة معينة تتلاءم مع نموه بشكل
خاص ، فيمتصها النبات بسرعة وبكمية كبيرة ، وتدعى هذه المادة بالمادة الراجعة . فالمواد
الراجعة في الكرمة والبطاطا مثلاً هي البوتاس ، ويعتبر الآزوت المادة الراجعة في القمح
والشوفان والشمندر ، كما يعتبر الفوسفور المادة الراجعة في الذرة الصفراء والحنطة السوداء .
ب - الدورة الزراعية : لكي نستفيد من عناصر التربة لأكثر حد ممكن ، نلجأ
لعمل الدورات الزراعية (او التناوب الزراعي) التي تعتمد على زراعة النباتات ذات الجذور
المعمقة ، والنباتات ذات الجذور القصيرة بالتناوب ، كما تناوب زراعة النباتات التي ترجح
مواد مختلفة (فزراع مثلاً البطاطا - مادتها الراجعة البوتاس ، ويعقبها القمح مادته
الراجعة الآزوت) .

وفي الدورة الزراعية الثلاثية ، يزرع في السنة الاولى الشمندر ويزرع في السنة الثانية
القمح ، وفي السنة الثالثة الفصصة .

الساق

يدعى القسم الهوائي من النبات بصورة عامة ، الساق ، وهو يحمل الاوراق ، واعضاء
التكاثر (الازهار والثمار والبذور) في زمن التكاثر .

وبعد وجود الاوراق من الصفات المميزة للساق : فكل عضو نباتي يحمل اوراقاً
سواء كان هوائياً ام ترابياً ، اخضر ام عديم اللون ، منتصباً او متسلقاً او زاحفاً ، وسواء
كانت اوراقه خضراء ام صغيرة بشكل حراشف دقيقة فهو ساق .

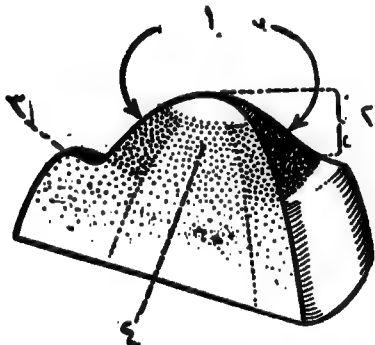
تتصل الساق الرئيسية مع الجذر الاصلي بواسطة العنق ، وتحمل اوراقاً ترتكز على
انتفاخات تدعى العقد ، وتدعى المسافة الكائنة بين عقدتين متتابعتين المسافة المقعدة ،

ويوجد في نهاية الساق العليا برعم نهائي ، وفي ابط كل ورقة برعم جانبي او ابطي ، وتمطي البراعم الابطية بنموها الاغصان . وتشتمل الاغصان على نفس الاقسام الموجودة على الساق الاصلية .

البراعم : تكون بنية البراعم واحدة سواء كانت براعم نهائية ام جانبية ، وفي الربيع تبدو على الساق الخضراء المورقة بشكل كتل سمراء متطاولة قليلاً ، تتألف من حراشف حوافها مخملية ، وتكبر البراعم خلال فصل الصيف ، ويزداد عدد الحراشف فيها .
فاذا اجرينا شقاً طويلاً في احد البراعم نلاحظ فيه ساقاً ابتدائية (مضفية) صغيرة تحمل قاعدتها حراشف ترتصف الواحدة تلو الاخرى ، كما نشاهد في نهايتها بدايات للأوراق .

وتكون نهاية الساق المضفية بشكل كتلة محدبة تصعب ملاحظتها ولدى النقطة الاعاشية

وتفتح البراعم في فصل الربيع وتتطاول الساق الابتدائية في كل منها دافعة بالحراشف الواقية التي تأخذ بالسقوط ، وهكذا يتم نمو الاوراق ويتشكل غصن جديد .
النسيج المضفية (الابتدائية) النباتية : التاييز الغلوي :



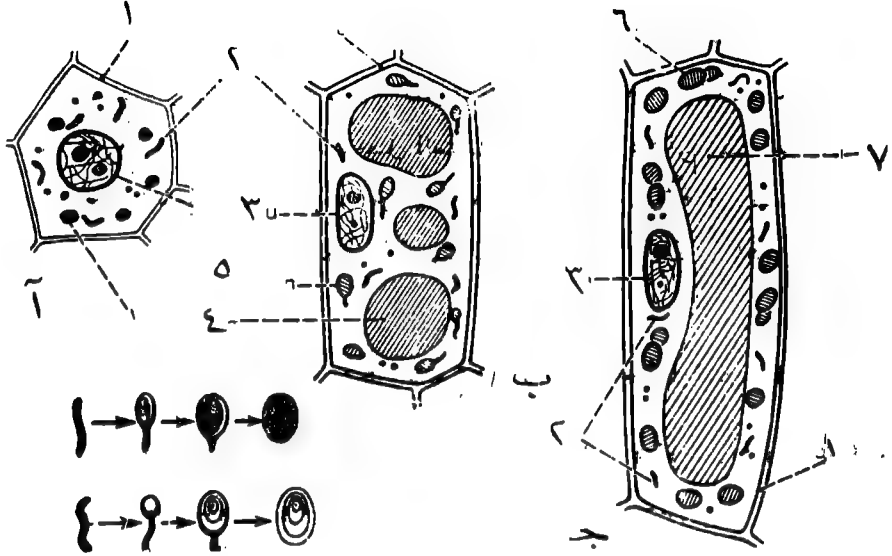
(شكل ٢٠٨)
لقطة الابيات في ساق قطعت طويلاً
(منظر مخطلطي)
١ - حلقة اولية . ٢ - لقطة الابيات .
٣ - ورقة قديمة جداً . ٤ - مخ مضفي .

ان الخلايا الكائنة في قاعدة ومحيط النقطة الاعاشية هي خلايا مضفية تؤلف بمجموعها النسيج المضفي الذي يقع في الحلقة الاولى - وتنتج عن الحلقة الاولى الاوراق الفتية والمسافات المقدية .

وتتألف النسيج المضفية النباتية ، التي تسمى ايضاً بالنسيج المولدة Meristèmes من خلايا صغيرة تتكاثر بنشاط ، فجواتها صغيرة ومبشرة في الهيولى ، ولا نجد فيها جسيمات صانعة وانما نشاهد فقط المصورات الحيوية .

وعندما تنمو الورقة فان الخلايا الابتدائية التي كانت تتألف منها في البدء والتي كانت

كلها متماثلة — تتناول كثيراً ، ويقبدل شكلها تدريجياً فبعضها يشكل خلايا البشرة ، والبعض الآخر يشكل خلايا النسيج الخاص اليخضورى ، او النسيج النافلة ، وهذا التبدل هو ما يسمى بالتمايز الخلوي . ويتم بنتيجة تشكل النسيج الممايزة .



(شكل ٢٠٩)

التمايز الخلوي

- أ ، ب ، ج ، تمايز خلوي يؤدي الى خلية بارانشيمية يخضورية . د - تطور مصورة حيوية الى جيم صانع اليخضور . هـ - تطور مصورة حيوية الى جيم صانع للنشاء .
- ١ - غلاف سلوذي . ٢ - مصورات حيوية . ٣ - نواة . ٤ - فجوة .
- ٥ - جيم صانع اليخضور في طريق تشكله . ٦ - جيم صانع اليخضور . ٧ - فجوة .

ويوضح الشكل مراحل التمايز الخلوي الذي يؤدي الى تشكل خلية من خلايا النسيج الخاص اليخضورى . فترى ان الخلية المصنفة تتناول كثيراً ويزداد حجم الفجوات فيها ، ثم تتصلح مع بعضها وتؤلف فجوة كبيرة في الخلية الكهلة .

وفي نفس الوقت يتحول قسم من المصورات الحيوية الى جسيمات صانعة خضراء فتنتفخ بعض الجسيمات الصانعة ، ويتكون القسم المنتفخ بالاخضر بنتيجة تثبيت مادة اليخضور (ويحدث هذا الانتفاخ فيما يتعلق بالجسيمات الخيطية في احدى هياكلها فقط) ثم تنمو الجسيمات

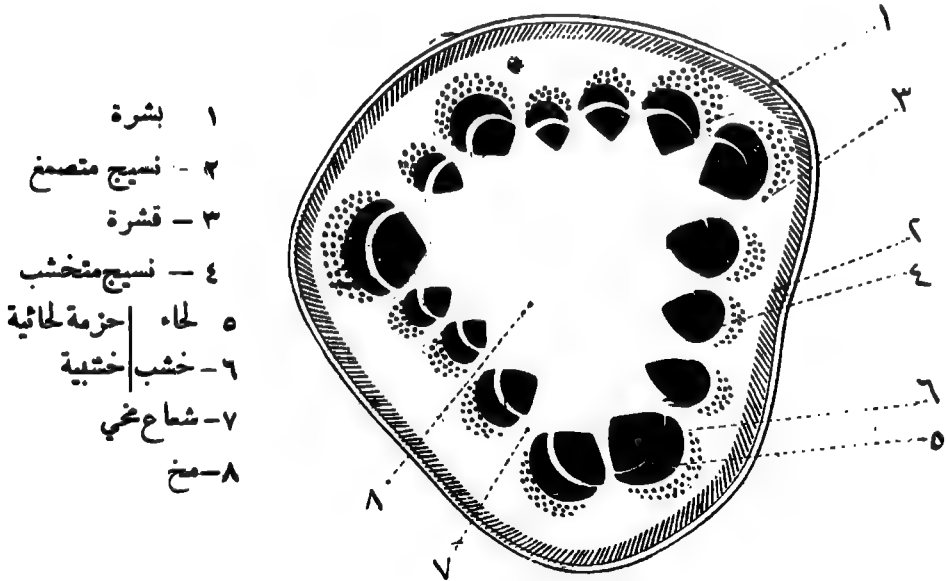
الصانعة ويزول كل أثر للمصورات الحيوية التي تولدت منها هذه الجسيمات . ولا يبقى في الخلية الكهلة الا المصورات الحيوية التي لم يطرأ عليها مثل هذا التغيير . وتكون الجسيمات الصانعة للنشاء بطريقة مماثلة .

البنية الاولى في ساق الزان

يضمير النسيج المولد الكائن في النقطة الاعشية نسيجاً مولداً اولياً ، تنشأ عنه الساق الخضراء العشبية وأوراقها . وتؤلف النسيج الكهلة في الساق الفتية البنية الاولى للساق ، وهي تقابل البنية الثانوية في الساق المسنة التي تنتج عن نشاط الانسجة الابتدائية (المضغية) الاخرى ، والتي سندرسها فيما بعد .

تجربة : لنعمل مقطعاً عرضياً في ساق فتية من الزان ونلونه بطريقة التلوين المضاعف ونلاحظ بالمجهر فنشاهد فيه من المحيط الى المركز مايلي :

١ — البشرة : وهي تتألف من طبقة واحدة على الخلايا ، جدارها الخارجي المعرض للهواء مغطى بقشرة ويلاحظ فيها مسامات واوبار .

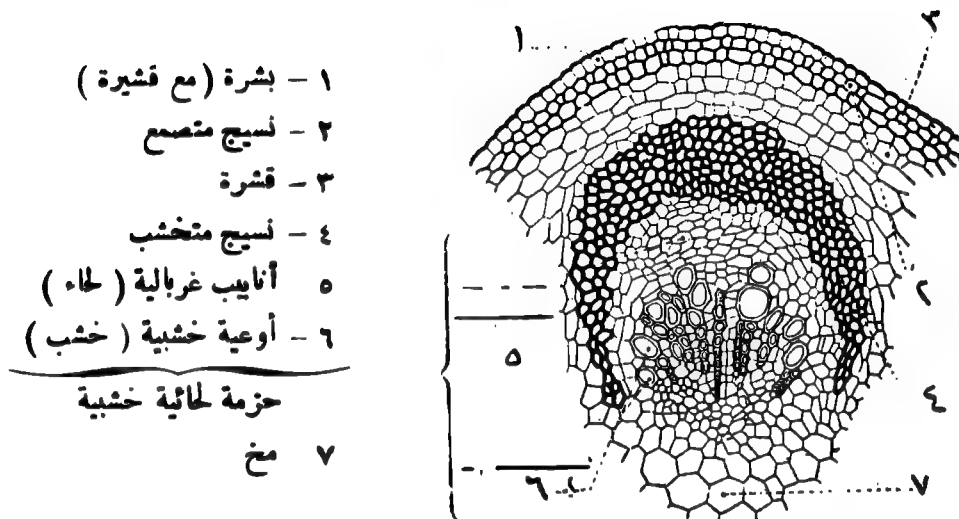


شكل (٢١٠) البنية الاولى لساق شجرة الزان (مقطع عرضي)

٢ — القشرة : (او المنطقة القشرية) وهي تتألف من نسيج خالص ثخين خلاياه مستديرة توضع بصورة غير منتظمة وتركبت بينها فراغات تدعى الاصمحة ويمكننا ان

نشاهد في القشرة جسيمات صانعة لليخضور فيها اذا كان المقطع حديثاً . (ولم يمالج قبل فحصه بماء جافيل الذي يستعمل في التلوين المضاعف) .

وتألف الصفوف الاولى التي تلي البشرة من نسيج متصمغ (كوالانشيم) وهو نسيج استنادي خلاياه ذات جدران سللوزية مخينة .



شكل (حزمة لحائية خشبية في ساق الزان)

٣ - النسيج الناقلة : وتجتمع بشكل حزم لحائية خشبية . ونلاحظ في كل حزمة ان الاوعية الخشبية تكون نحو الداخل وذات جدران متخشبة (لذا تبدو ملونة بالاخضر باخضر البود) واما اللحاء فيكون نحو المحيط (ويبدو ملوناً بالوردي باحمر كارمن) . وأخيراً فان حزمة لحائية خشبية تغطيها من الجهة الخارجية كتلة من النسيج المتصلب (سكليرانشيم) على شكل القبة .

٤ - المخ : يكون في مركز الساق ، وهو نسيج خاص ذو خلايا ضخمة . وتمتد بين الحزم الناقلة الاشعة المخية . وهي اشعة من النسيج الخاص تربط المخ بالقشرة . ويلاحظ في بعض خلايا القشرة والمخ بلورات من حمضات الكالسيوم بشكل قنفذ البحر . وهذه البلورات كانت موجودة داخل الفجوة في الخلية الحية .

وتعتبر وضعية النسيج الناقلة الصفة المميزة الاساسية لبنية الساق الاولى عن تلك التي سنراها في الجذر . ففي كل حزمة يتوضع اللحاء فوق الخشب ، لذا يقال ان الحزم الوعائية في الساق متطابقة .

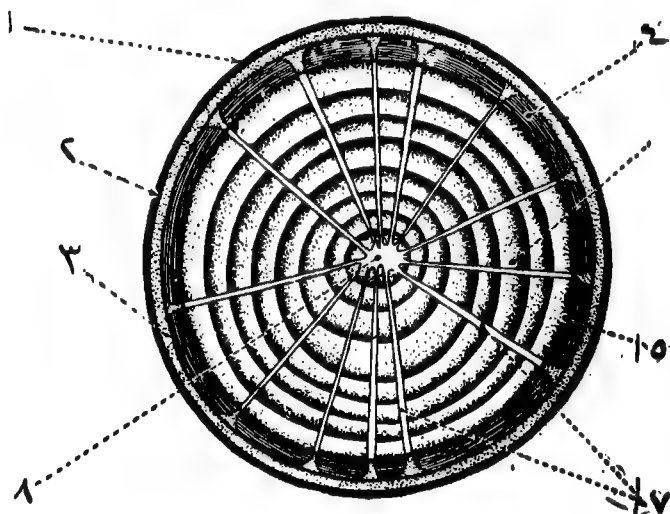
وتشاهد البنية الاولى في السوق الفتية لجميع النباتات ظاهرة الالتحاق .

البنية الثانوية في ساق الزان

تنمو الساق عرضاً بنتيجة تكون نسيج ثانوية نشأت بدورها من النسيج المولدة الثانوية التي ظهرت في الساق .

تجربة : فاذا عملنا مقطعاً عرضياً في غصن يتراوح قطره (٢ - ٣) سم نلاحظ فيه من الظاهر الى الباطن مايلي :

- ١ - فلين . ٢ - طبقة مولدة للفلين .
- ٣ - قشرة ثانوية . ٤ - لحاء ثانوي .
- ٥ - طبقة مولدة لحائية - خشبية .
- ٦ - خشب ثانوي . ٧ - اشعة عجيّة .
- ٨ - مخ .



(شكل ٢١٢) مقطع عرضي في غصن شجرة الزان

- ١ - فلين خشن الملمس .
- ٢ - قشرة ثانوية قليلة التخشن (١ مم) ذات لون اخضر (لاحتوائها على اليخضور) فهي تتألف من نسيج خاص بخضوري .
- ٣ - اللحاء الثانوي : وهو المنح من القشرة الثانوية بقليل .

تفصل طبقة الفلين والقشرة الثانوية واللحاء الثانوي عن الساق بسهولة . فاذا قشرنا شجرة ، نكون قد اقتلنا هذه الطبقات الثلاثة المعروفة باسم القشرة .

٤ - الخشب الثانوي : وهو يؤلف الجزء الأكبر في ثخن الفصن ، ويتوضع على شكل طبقات متحدة المركز ويمكننا ان نميز بسهولة هذه الطبقات عن بعضها لان المحيط الخارجي لكل طبقة يكون اقم من المحيط الداخلي النير للطبقة التي تليها (من الجهة الوحشية) .

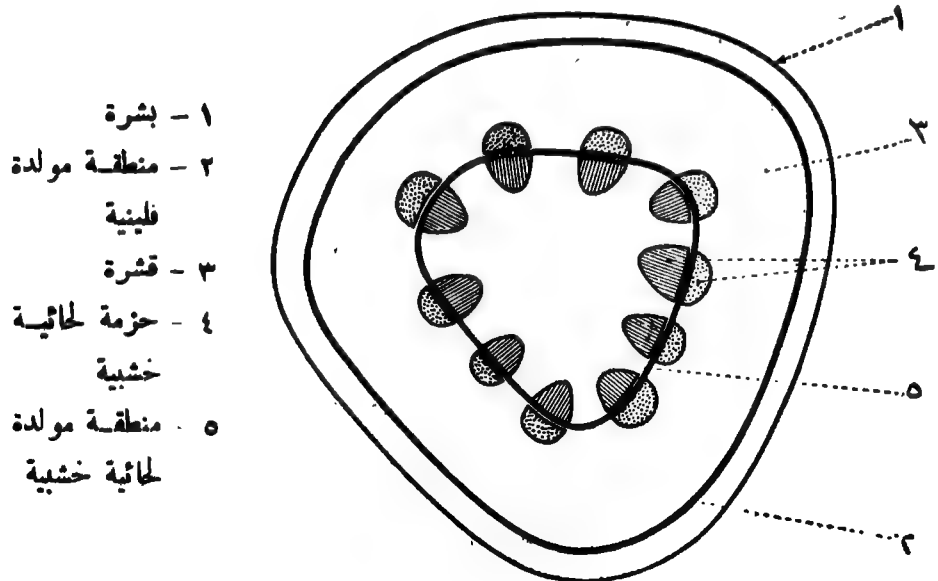
٥ - . المخ يصفر حجمه لدرجة يصعب معها تمييزه .

٦ - الاشعة النخية : وهي ذات لون فاتح . تخترق طبقات الخشب الثانوي المتحددة المركز .

وتدعى منطقة الخشب الواقعة حول المخ القلب او (الخشب القاسي) . وهو نسيج

ميت لم يعد قادراً على نقل النسغ . اما الخشب الذي يحيط به فيدعى الخشب الابيض . وهو نسيج حي ناقل .

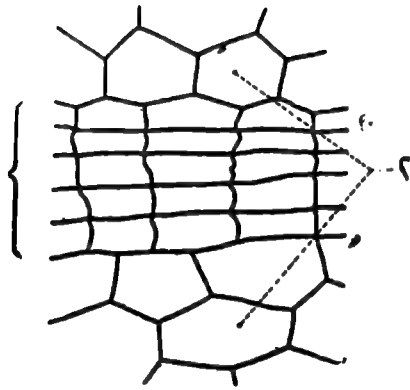
ونلاحظ في مقطع الجذع بنية مماثلة ، الا ان القلب فيه يكون اكثر نمواً ويحتوي على قسم كبير من الخشب الثانوي .



(شكل ٢١٣) وضعية الطبقتين المولدتين في مقطع عرضي لساق الزان

ويصعب تمييز القلب عن الخشب الابيض في خشب الزان، بينما يتميزان بسهولة في خشب البلوط ، لان القلب فيه يكون اقتم من الخشب الابيض .

المناطق المولدة : تنسج النسيج الثانوي (اي الفلين والقشرة الثانوية من جهة، واللحاء والخشب الثانويين من جهة اخرى) من النسيج المولدة الثانوي التي تدعى ايضا كامبيوم Cambium تأخذ الطبقات المولدة في الساق شكل حلقات اسطوانية تدعى بالمناطق المولدة . فالطبقة المولدة الفلينية القشرية ، تقع في القشرة بالقرب من البشرة، والمنطقة المولدة اللحاءية الخشبية تظهر بين الخشب الاولي واللحاء الاولي .



(شكل ٢١٤) قسم من المنطقة المولدة
١ - منطقة مولدة . ٢ - نسيج اولية

وتبدو المناطق المولدة في المقطع العرضي مؤلفة من خلايا مستطيلة تتوضع على هيئة خيوط منتظمة .

تنقسم كل من الخلايا المولدة ، وتولد على التناوب من وجهيها الوحشي والانسي خلايا جديدة تتوضع حسب خط شعاعي بحيث تصبح الخلايا القديمة هي الابدع عن الخلية الام. وتبقى المناطق المولدة رغم اتقساماتها المتكررة، محافظة على منحها . وذلك لان الخلايا الكبيرة التي تتجه نحو المحيط ، والتي تتجه نحو المركز تنباز الى نسيج كهلة .

وهكذا ينشأ من الطبقة المولدة الفلينية القشرية الفلين نحو الوحشي ، والنسيج الخاص القشري الثانوي نحو الانسي كما ينتج عن الطبقة المولدة اللحاءية الخشبية الحاء ثانوي نحو الوحشي ، وخشب ثانوي نحو الانسي .

ولا تعمل المناطق المولدة في الاقاليم المعتدلة الا في فصلي الربيع والخريف ، فالنمو عرضاً في النباتات المعمرة غير متواصل .

ويمكننا ان نميز بوضوح طبقات النسيج الثانوي التي تكون في كل سنة ، مما يساعد على استنتاج عمر الساق او الفصن .

خشب الربيع وخشب الخريف : بشكل في الربيع خشب ثانوي ابيض فاتح اللون

تحتوي على اوعية عديدة واسمة ، وعلى قليل من الالياف . ويجري فيه النسغ بنشاط ، يدعى خشب الربيع .

وفي الخريف يتباطأ جريان النسغ فيتشكل خشب صلب قائم اللون يحتوي على عدد قليل من الاوعية الضيقة ، وكثير من الالياف ، يسمى خشب الخريف .

فتتألف طبقة الخشب اذن في كل عام من قسمين : قسم أنسي ناصع هو خشب الربيع وقسم وحشي قائم هو خشب الخريف .

مصدر نسج البنية الاولية : تنفصل البشرة وبعض طبقات القشرة الاولية التي تشكل تحتها الفلين ثم تموت فتتشق ثم تنفلس نتيجة للنمو المرضي ، ويتفكك للسبب نفسه القسم المحيطي من الفلين كما ازداد الفصن عرضاً فيصبح الفلين خشن للمس .

اما الاقسام العميقة من القشرة واللحاء الاولي فتتضغظ بتأثير التشكلات الثانوية لانها اصبحت محصورة بينها .

وهكذا لا يبقى سوى الخشب لاولي والمخ في مركز الساق ، ولكنها لا تلبث ان تموت مشكلة قلب الساق المسنة .

وقد تبقى القشرة بعد تشققها عالقة بالساق (كما في البلوط) أو أنها تسقط بشكل صفائح رقيقة (كما في الدلب) وإما بهيئة خيوط (كما في الكرمة) وإما بشكل حلقات كاملة كما في شجر القضبان (البتولا) .

والخلاصة يكون النمو المرضي ظاهراً جلياً في النباتات الخشبية ، إلا أن بعض النباتات ظاهرة الالتحاق لا تظهر فيها التشكيلات الثانوية كما في وحيدات الفلقة كالنخل والزئبق والحبوب .

وظائف الساق : تعتبر الساق عضواً استناداً وتقل وانفصاجاً وتمثل وتنفس وموطناً للإدخال .

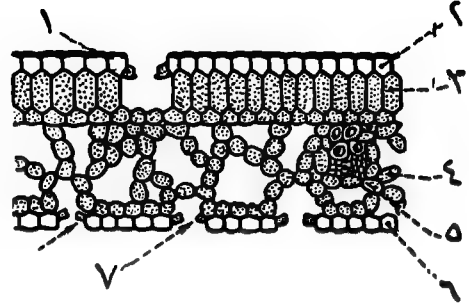
الورقة

تتألف الورقة من صفيحة خضراء ترتبط مع الساق بملاق وتتسع قاعدة الملاق مشكلة الغمد . وتسمى الورقة التي كُشمت على هذه الاقسام كلها ورقة تامة . وتكون الاوراق اما بسيطة أو مركبة .

بنية الاوراق :

أ — بنية الصفيحة : تجربة : اذا اجرينا مقطعاً عرضياً في صفيحة الورقة نشاهد فيه :
١ — بشرة ذات مسام ، عددها في الوجه السفلي اكثر منه في الوجه العلوي .

- ١ — قشيرة
- ٢ — بشرة عليا
- ٣ — نسيج خاص حباكي
- ٤ — نسيج خاص فراغي
- ٥ — حزمة لحائية خشبية
- ٦ — بشرة سفلى
- ٧ — سم



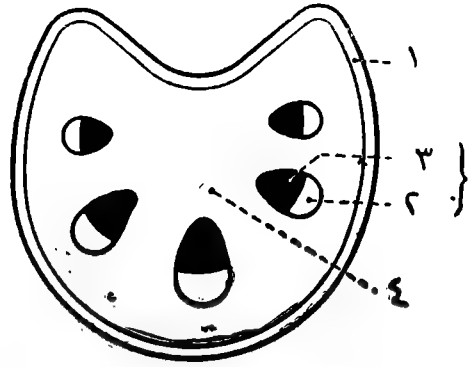
شكل (٢١٥) مقطع عرضي في صفيحة ورقة الخوذان

٢ — نسيجاً خاصاً يحد من منطقتين . أ — منطقة في الوجه العلوي وهي اكثر تعرضاً للتلون ومؤلفة من خلايا متطاولة تصطف الواحدة الى جانب الاخرى محشوة بالجسيمات الصانعة لليخضور تدعى « بالنسيج الحباكي T. Palissadique » .
ب — ومنطقة في الوجه السفلي تحتوي خلاياها على قليل من الجسيمات الصانعة لليخضور وتترك بينها فراغات كبيرة تدعى « بالنسيج الفراغي T. Lacuneux » . ولذا يكون وجه الورقة العلوي اكثر خضرة من وجهها السفلي .

٣ — حزمة خشبية لحائية « او عصيات » وتكون مبعثرة في النسيج الخاص ، وتتجه ذروة الخشب في كل حزمة نحو الوجه العلوي ، بينما تكون الحزمة للحائية نحو الوجه السفلي . وما هذه الحزم او العصيات الا امتداداً للحزم الخشبية للحائية الآتية من الساق وهي التي تنسب الورقة قوامها وصلابتها ، وتقود النسغ .

ب — بنية الملاق : تكون بنية الملاق حداثاً وسطحاً ما بين بنية الساق والصفيحة ويميز فيها
١ — بشرة ، ٢ — نسيج خاص يحد من منطقتين ، ٣ — حزم خشبية كتيبة . واما القمد فهو قطعة متسمة من الملاق ، لذا كسبه بنيته بنية الملاق .
سقوط الاوراق : تكون اغلب الاوراق في المناطق الجغرافية الممتدة ساقطة فيتبدل لونها في الخريف ثم تأخذ بالسقوط .

- ١ - بشرة
٢ - لحاء
حزمة لحائية خشبية
٣ - خشب
٤ - نسيج خاص



شكل (٢١٦) بنية الملاق

ولكن بعض الاشجار كالصنوبر والتنوب تكون اوراقها دائمة ، وتعيش عدة سنوات. فتبدو هذه الاشجار دائمة الخضرة ، ولا تتجدد اوراقها الا جزئياً في كل سنة . وتكون الاوراق الفتية فيها بلون اخضر فاتح .

آلية سقوط الاوراق : قبل ان تسقط الورقة ترسل الى الساق المواد الغذائية التي تحويها ثم يتلاشى مخزونها فتصفر .

وينتج سقوطها عن تكون طبقة فاصلة تظهر في اواخر الصيف في قاعدة الملاق ، ثم تهلم صفيحتها المتوسطة ، وتتفكك خلايا المنطقة الفاصلة ، وتبقى الورقة مربطة بحزم العصيات فقط ، فتتفصل بتأثير ثقلها او بتأثير رياح خفيفة . وفي نفس الوقت يتشكل تحت المنطقة الفاصلة فلين بطني الندبة التي تركتها الورقة بعد سقوطها .

وظائف الاوراق : للأوراق اهمية كبرى في حياة النبات فهي : تنفس - وتقوم بالتمثيل البخضوري - والافضاج - والادخار .

الجذر

هو القسم المنطمر في التراب من النبات ، وهو يثبت النبات في الارض ، ويمتص الماء والاملاح المعدنية المنحلة ، فهو عضو تثبيت وعضو امتصاص .

ونميز في الجذر الرئيسي الاقسام التالية :

١ - القلنسوة وهي كـتر نهاية الجذر المؤنفة حيث توجد المنطقة الاعاشية .

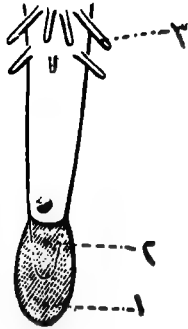
٢ - منطقة النمو .

٣ - منطقة الاوبار الماصة .

٤ - المنطقة الفلينية وهي منطقة خشنة سمراء تظهر عليها جذور ثانوية ، تحمل بدورها الجذيرات . وتتألف الجذور الثانوية والجذيرات من نفس الاقسام التي يتألف منها الجذر الرئيسي .

البنية الاولى للجذر

نميز في المقطع العرضي للجذر الطبقات التالية :



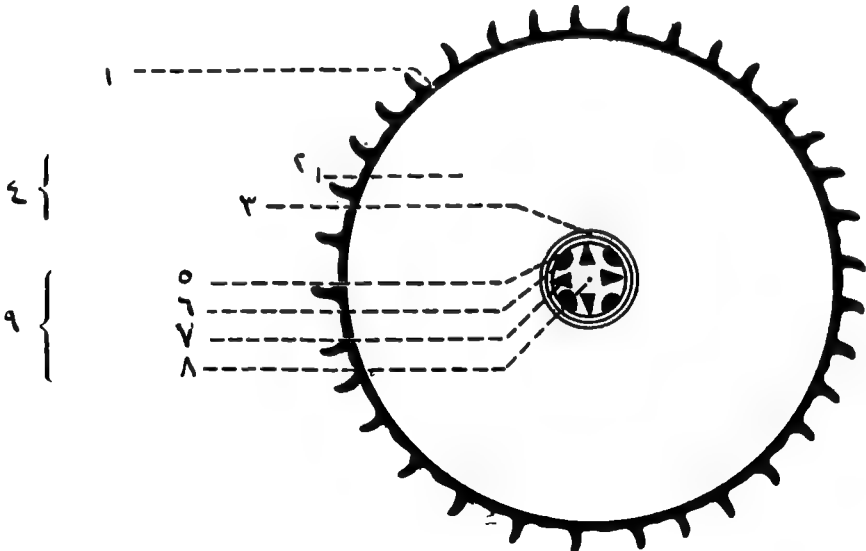
شكل (٢١٧)

المنطقة الاعاشية والقلنسوة

في جذر البسلي

١ - قلنسوة ٢ - المنطقة

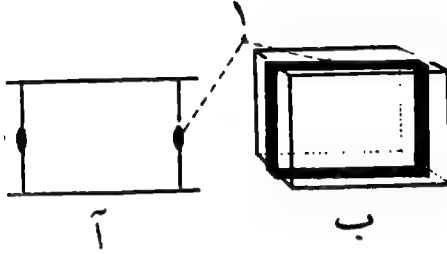
الاعاشية ٣ - اوبار ماصة



شكل (٢١٨) البنية الاولى في جذر الخوخ ١ - طبقة الاوبار ٢ - بارانشيم قشري ٣ - ادمة باطنة

٤ - قشرة ٥ - محيط دائري ٦ - لحاء ٧ - خشب ٨ - منقح ٩ - اسطوانة مركزية

- ١ - طبقة الاوبار الماصة : وهي طبقة محيطية تتألف من خلاياها لتشكل الاوبار الماصة .
 ٢ - القشرة : وهي مخينة جداً بالنسبة لما رأينا في قشرة الساق ، وتتألف من نسيج خاص ادخاري مغمم بحبيبات النشاء .
 وعندما تنمو طبقة الاوبار الماصة وتنفصل عن الجذر تنفصل الخلايا المحيطية من القشرة .
 ولذا يطلق على هذه الطبقة المحيطية من القشرة اسم الطبقة الفلينية .



وتدعى الطبقة الداخلية من القشرة بالادمة الباطنة ، وترى هذه الطبقة بوضوح لان خلاياها تشتمل في جدرانها الجانبية على اطار متفلن يتلون بالأخضر .

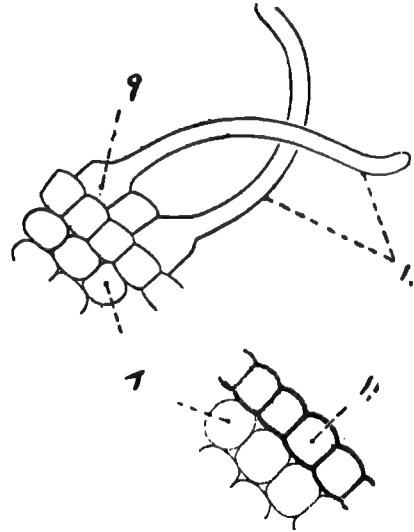
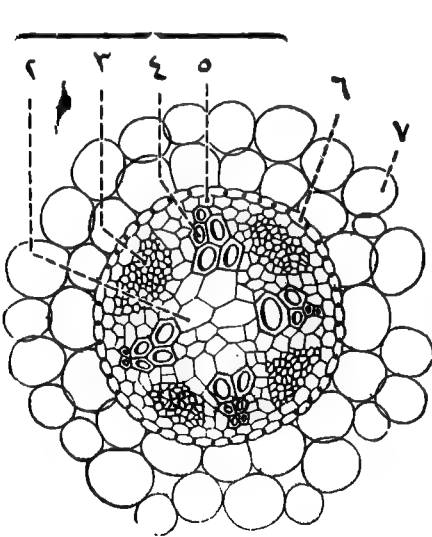
(شكل ٢١٩)

خلة الادمة الباطنة

١ - مظهر القطع ب - خلة بكاملها
 ٢ - اطار متفلن

٣ - الاسطوانة المركزية : وتقع الى

الجهة الداخلية من الادمة الباطنة وتحتوي بصورة خاصة على النسيج الناقلة في الجذر .



(شكل ٢٢٠)

الى اليسار : الاسطوانة المركزية في جذر . الى اليمين : الطبقة الوربية - والطبقة الفلينية
 ١ - اسطوانة مركزية ٢ - مخ ٣ - لحاء ٤ - خشب ٥ - محيط دائر
 ٦ - ادمة باطنة ٧ - قشرة ٨ - طبقة وربية ٩ - اوبار ماصة ١٠ - طبقة فلينية ١١

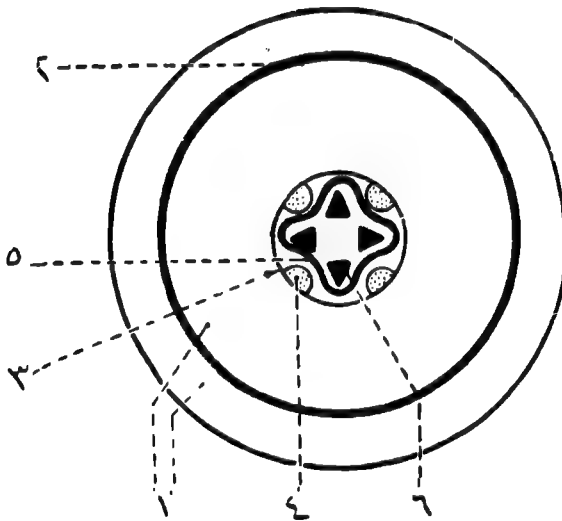
واذا تتبعنا محيط الاسطوانة المركزية ، نشاهد بالتناوب حزمة من الخشب ، فحزمة من اللحاء ، ثم حزمة من الخشب واخرى من اللحاء وهكذا ... ولذا يقال أن توضع الحزم الوعائية في الجذر يكون متناوباً .

وبفصل بين الحزم الوعائية والأدمة الباطنة طبقة من الخلايا تدعى المحيط الدائر . وتعتمد بين الحزم الاشعة الحية ، وهذه تتلافى في المخ الذي يشغل مركز الاسطوانة المركزية .

وتنشأ الجذرات على وكس المحيط الدائر حيث تتكاثر الخلايا في منطقة معينة وتؤلف جذراً صغيراً تنفذ من القشرة ، وتتصل النسيج الناقلة في الجذير مع المائلة لها .

بنية الجذر الثانوية

تنمو الجذور عرضاً بفضل المناطق المولدة التي تشكل نسيجاً ثانوية كما في الساق .



(شكل ٢٢١)

المناطق المولدة في الجذر

- ١ - قشرة
- ٢ - منطقة مولدة للفلين
- ٣ - اسطوانة مركزية
- ٤ - لحاء
- ٥ - منطقة مولدة لحائية خشبية
- ٦ - خشب

وتظهر الطبقات المولدة في الجذر في نفس المناطق التي اتينا على ذكرها في الساق وهي:
١- المنطقة المولدة الفلينية القشرية في القشرة .

٢- المنطقة المولدة للحائية الخشبية في الاسطوانة المركزية ويكون اللحاء نحو الجهة الخارجية بالنسبة لهذه الطبقة بينما يقع الخشب الى الجهة الداخلية منها ، ولذلك يبدو محيطها في البدن متمرجحاً (يتقعر تحت اللحاء ويتحدب فوق الخشب) بسبب وضع الحزم المتباين .

وتتكون النسيج الثانوية الناتجة عن هذه الطبقات المولدة شبيهة بتلك الموجودة في الساق. وظائف الجذور : الجذر عضو تليبت - وعضو امتصاص يمتص الأوكسجين الذي يتخلل التراب كما يمتص الماء والأملاح المعدنية المنحلة - وهو عضو ناقل ، وعضو ادخار .

امتصاص الاغذية ودورانها

تمتص جميع أجزاء النبات النفوذة ولاسيما الاوراق منها ، غاز الكربون كما سنرى فيما بعد . أما الجذور فتمتص ماء التربة مع الأملاح المعدنية المنحلة فيه - ويشكل هذا السائل (الماء والأملاح المنحلة فيه) النسغ الناقص الذي يجري في الاوعية الخشبية داخل النبات .

١ - الامتصاص

١ - مقو الامتصاص : يعيش النبات بشكل نظامي إذا غرس في تربة رطبة ، ولكنه يذبل ويحفر إذا اقتلع مع جذوره ، ثم سرعان ماتدب به الحياة وينمو حين نغمر جذوره في محلول معدني ، فالجذور اذن هي أعضاء الامتصاص .

٢ - تجربة : لنضع ثلاث نباتات (آ، ب، ج) في ثلاثة أنابيب تحتوي على سائل معدني تملوه

طبقة من الزيت منعاً

للتبخر ، ولنغمر قلسوة

النبته آ وحدها في الماء ،

ونغمر القلسوة مع

الابوار الماصة من النبتة

ب في الماء ايضاً ، ونغمر

كذلك الجذر في النبتة

ج ونجعله معقوفاً بحيث

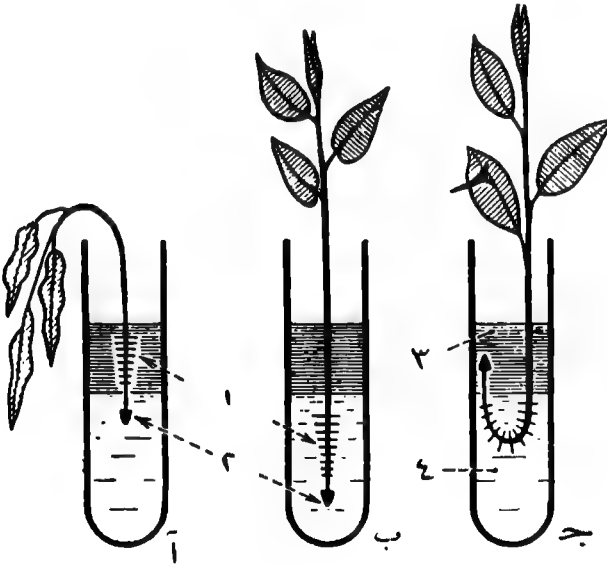
تبقى الابوار الماصة لو حده

في الماء . فنشاهد

بعد حين ذبول النبتة ب

واستمرار الحياة في

النبتين ب و ج .



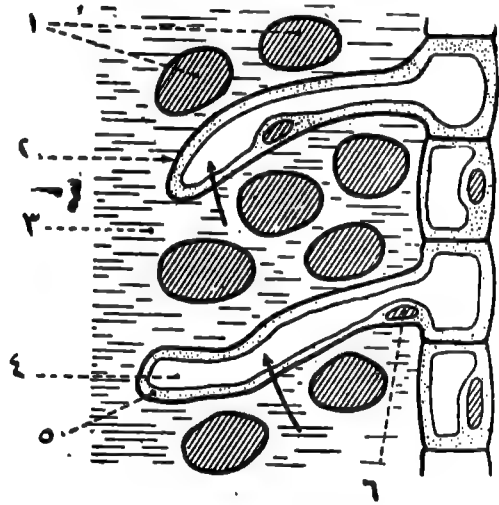
(شكل ٢٢٢)

تجربة تبين امتصاص الاغذية بواسطة الابوار الماصة

١ - منطقة وريية ٢ قلسوة ٣ زيت ٤ - ماء

فالأوبار الماصة اذن تنص لوحدها المحلول المعدني دون سواها . ولتتمثل منطقة الأوبار الماصة على سطح واسع جداً يساعد على نفوذ الاغذية بسرعة في منطقة تماسها معها؛ وهذا يذكّرنا بسطوح الامتصاص الواسعة في الرئتين بفضل الحويصلات الرئوية ، وفي الامعاء بفضل الزغابات المعوية .

ب آلية الامتصاص : ١ - امتصاص الماء : لنأخذ نباتات فنية من القمح ، وقد نمت في سائل كنوب ونفقر جذورها في محلول مركز من نترات البوتاسيوم فنلاحظ بعد مدة أنها أخذت بالذبول ، وذلك لأن امتصاص الماء قد توقف فيها بسبب ارتفاع تركيز الوسط المائع الذي غمرت فيه الجذور . وهذا يدل على ان امتصاص الماء يحدث بفضل عملية النتوح (الاسموز) .



شكل (٢٢٣)
امتصاص الماء بواسطة الأوبار الماصة
١ - جزيئات التراب
٢ - ورقة ماصة
٣ - ماء
٤ - فجوة
٥ - بنتو بلاسما
٦ - نواة

فالورقة الماصة هي اخلية استطالات وتشكلت فيها فجوة مركزية كبيرة ، نحوي عصارة فجوية ذات تركيز أكبر من تركيز الوسط المائع الذي توجد فيه الجذور (يكون الوسط المائي بين ذرات التربة . أو هو المحلول المغذي المصطنع) . وينتقل الماء لهذا السبب من الوسط القليل التركيز ، إلى الوسط الأكثر تركيزاً - أي من الوسط الخارجي نحو العصارة الفجوية . ويكون العمل منعكساً في التجربة السابقة ، وهذا ما أدى الى ذبول النبات .

فامتصاص الماء بواسطة الجذر ، يخضع اذن لظاهرة فيزيائية هي التوتر (الاسموز) .

١ — امتصاص الاملاح المعدنية : تنفذ الاملاح المعدنية ، وهي منحلة في الماء ، من طبقة الاوبار الماصة ، هذه الطبقة التي لا تسمح بنفوذ جميع الاملاح بنسبة واحدة ، لانها تقوم بعملية الاصطفاء أو الانتخاب . فالجذر ينتقي مض الاملاح دون سواها فيمتص بعضها بسرعة اكبر من غيرها

امتصاص الاملاح غير القابلة للانحلال : تمتص الجذور الاملاح المنحلة في الماء فقط أما بعض المواد الصلبة غير القابلة للانحلال في الماء (كالأحجار الكلسية ، وفوسفات الكالس) فتستطيع الجذور ان تمحلها وبذلك تتمكن من امتصاصها كما يتضح من التجربة التالية : لنضع بعض حبات الفول نثبت على لوحة من رخام قد علاها طبقة من الرمل المبلل ، فنلاحظ ان الجذور قد أخذت تحفر في الرخام اثلاماً ، يتفاوت عمقها حسب حل الجذور لمادة فحات الكالسيوم التي تتركب منها اللوحة المذكورة . ويحصل ذلك ايضاً في مادة الفوسفوريت غير المنحلة ، حيث يحولها النبات الى شكل قابل للامتصاص . وتعود مقدرة الجذور على حل هذه المواد الى افراز حوامض لم تعرف طبيعتها الى الآن ، ويحتمل بأن غاز الكربون الناتج من تنفس الجذور قد يساهم في ظاهرة الحل هذه ولا سيما في حل كربونات الكالسيوم .

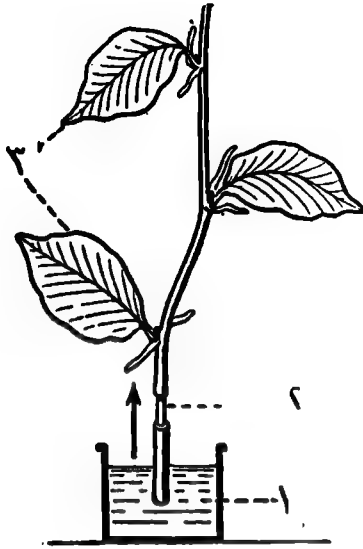
٢ — النسغ الناقص : تتوزع الاملاح المحتصة في خلايا قشرة الجذر ، وتصل مع الماء الى الاوعية الخشبية حيث تشكل النسغ الناقص . ويمتص النسغ الناقص محلولاً ممدداً جداً من الاملاح المعدنية ، فهو يحتوي وسطياً ١ غ من الاملاح في كل ٣ - ٥ لترات من الماء .

٢ — دور ان النسغ الناقص

التجارب العملية :

أ - صعود النسغ الناقص بواسطة الاوعية الخشبية : ونبين ذلك بالتجارب التالية :

١ — تقطع القشرة واللحاء في ساق قطعاً دائرياً بشكل حلقة دون ان تمس الخشب ويدعى ذلك بالتقشير الحلقي .



شكل (٢٢٤)

تجربة التقشير الحلقي

١ - ماء

٢ - تقشير حلقي

٣ - اوراق غير ذابلة

فنشاهد ان الاوراق التي تقع فوق التقشير هذا لا تذبل بل تستمر في الحياة لانها تتلقى النسغ الناقص من الخشب .

٢ - لنضع قاعدة الفصن الذي اجرينا عليه التقشير الحلقي في محلول الفوكسين فنجد ان المحلول هذا قد صعد في الفصن وتلونت اوعيته الخشبية بالاحمر .

٣ - لنقطع غصناً مورقاً ونفطس قاعدته في البارافين المصهور مدة دقيقة واحدة ، فتراها تصعد الى ارتفاع بضعة ملليمترات في الاوعية الخشبية بفضل الظاهرة الشعرية ، ثم تتجمد وتسد الاوعية المذكورة .

ثم لننظف سطح المقطع بواسطة الموسى لازالة طبقة البارافين التي سدت القشرة واللحاء والمخ - ثم لنفطس الفصن في الماء فنلاحظ ان الفصن يذبل لان الماء لم يتمكن من الصعود فيه .

فصمود النسغ الناقص اذن يتم بواسطة الاوعية الخشبية وحدها دون سواها تقريباً .

ب - سرعة صمود النسغ الناقص : لقد تبين بنتيجة القياسات ان سرعة صمود النسغ الناقص تختلف من نبات لآخر ، فهي في نبات التبغ مثلاً ١١ في الساعة . وفي نبات الكرمة (١,٢٠) م في الساعة .

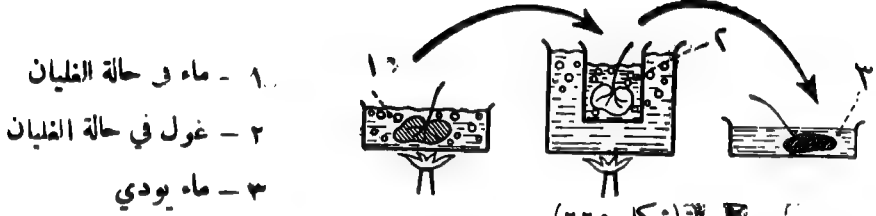
التركيب الضوئي أو اليخضوري

ان التركيب الضوئي (او اليخضوري) وظيفة تقوم بها النباتات الخضراء المعرضة للنور لصنع موادها العضوية ، وخاصة السكريات منها على وكس غاز الكربون الموجود في الهواء ، والماء الذي تمتصه الجذور .

بيان الظاهرة

١ - تركيب السكريات بواسطة النباتات البخضورية المعرضة للنور :

التجربة الاولى : لنعرض نبتة غرنوقي الى النور عدة ساعات ، ثم نقتلع ورقة منها ونضعها في ماء بحالة الغليان ، ثم نعالجها بالكحول لتزيل لونها ، ثم نضعها في ماء اليود ، فنرى ان الورقة تتلون بشدة باللون الازرق مما يدل على وجود كمية كبيرة من النشاء .



(شكل ٢٢٥)
بيان وجود النشاء في ورقة خضراء

التجربة الثانية : اذا عالجنا ورقة من نبات الغرنوقي ، بعد وضعه في الظلام مدة ٢٤ ساعة ، بماء اليود ، نرى انها لا تظهر اي تلون يدل على وجود النشاء . غير اننا اذا عرضنا النبات الى النور مدة من الزمن ، تعود الاوراق وتمتلئ بالنشاء ، واذا وضعنا على ورقة منها ، قبل ان نعرضها للنور ، عصاة سوداء ، يتبين لنا ان الاقسام المعرضة للنور وحدها هي التي يتشكل فيها النشاء .

(شكل ٢٢٦)
اجزاء الورقة التي عرضت على النور
تحتوي وحدها على النشاء

- ١ - ضوء
- ٢ - عصاة
- ٣ - منطقة خالية من النشاء
- ٤ - منطقة حاوية على النشاء



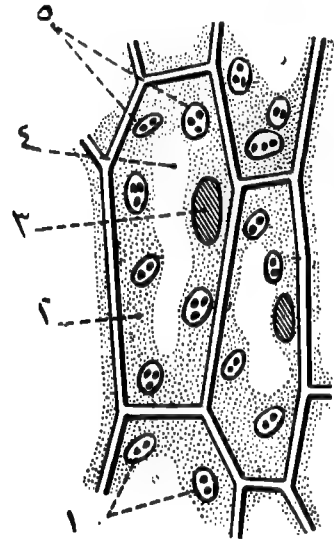
نستنتج من ذلك : ان اقسام النباتات الهوائية الخضراء تركيب السكريات اذا كانت معرضة للنور .

٢ - التركيب الضوئي منوط بوجود اليخضور :

لنأخذ ورقة مبرقة (أي صقيقتها الخضراء كشتملت على مناطق بيضاء لا يخضور فيها) وانما لجها بماء البود . فيتبين ان النشاء تكون في اقسامها الحاوية على اليخضور فقط .
واذا فحصنا ورقة من نبات الطحلب المادي في قطرة من ماء البود بالمجهر فلاحظ الجسيمات الصانعة لليخضور وفيها حبيبات النشاء قد تلونت بالأزرق . ولا يحصل ذلك الا اذا كان النبات ممرضاً للنور . وقد رأينا أن الفطور المجردة من اليخضور لا تتمكن من تركيب السكريات .

(شكل ٢٢٧)
خلايا ورقة نبات الطحلب بعد معالجتها بماء البودي

- ١ - جسيمات صانعة لليخضور
- ٢ - سيتوبلازما
- ٣ - نواة
- ٤ - فجوة
- ٥ - حبيبات النشاء



فالتركيب الضوئي منوط بوجود اليخضور (وهو صباغ أخضر يتركز في الجسيمات الصانعة لليخضور) .

٣ - يرافق التركيب الضوئي مبادلات غازية تتم مع الوسط اطراحي :

فجوية : لنأخذ حوضاً زجاجياً يحتوي على ماء سلتز (أي ماء حل فيه غاز الكربون) ولنضع فيه باقة من نبات الابلوديا المائي الأخضر ، ثم نعرض الحوض لأشعة الشمس . فنلاحظ ان فقاعات عديدة تصعد من أوراق النبات ، واذا أنقصنا شدة التنوير نرى ان انطلاق الفقاعات يتناقص ويتوقف بعدئذ ، ثم يعود اذا أرجعنا التنوير الاولي .

(شكل ٢٢٨)
انطلاق الاكسجين من اغصان نبات الابلوديا

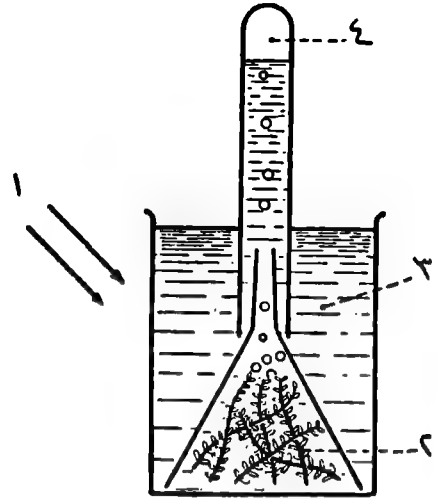
حين عرضت على النور

١ - ضوء

٢ - نبات الابلوديا

٣ - ماء غاز الكربون

٤ - اكسجين



أ- الغاز المنطلق هو الاكسجين :

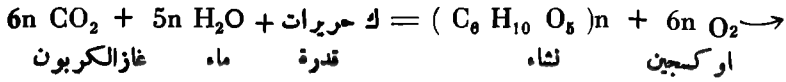
لننكس فوق نبات الابلوديا قمماً من الزجاج ، ولنغمره بكامله بالماء ، ثم لننكس فوق نهايته انبوب تجربة يملؤه الماء نفسه ، فنلاحظ انطلاق فقاعات غازية فيه . وتحقق أن هذا الغاز هو الاكسجين بادخال عود ثقاب فيه بصيص فيشتعل .

ب - يتنفس النبات غاز الكربون بنفس الوقت الذي ينطلق فيه الاكسجين :
يمكننا أن نبرهن على هذا الامتصاص ، رغم أنه أقل وضوحاً من انطلاق الاكسجين :
لنضع أغصان نبات الابلوديا في حوض فيه ماء قد جرد من جميع الغازات المنحلة فيه ، بواسطة الفليان ، وحتى من غاز الكربون الشديد الانحلال . وعندما نمرس الجهاز للنور ، لا نشاهد أي انطلاق لغاز الاكسجين . فالتركيب الضوئي لا يحدث افر بدون وجود غاز الكربون .

وبالعكس اذا أضفنا قليلا من ماء سلتز الى ماء الحوض المذكور — فان انطلاق الاكسجين يعود من جديد .

وفي النباتات اليخضورية الهوائية تم مبادلات غازية بينها وبين الوسط الخارجي على نفس النمط ومن نفس الطبيعة ، الا أنها لا تكون مرئية . ويمكن تبين حادتها بواسطة طرق تحليل الغازات التي سندرسها فيما بعد .

٤ - الخلاصة : يمكننا ان نبر عن تركيب النشاء في نبات الفرفوقى الممرض للنور بالتفاعل التالى :



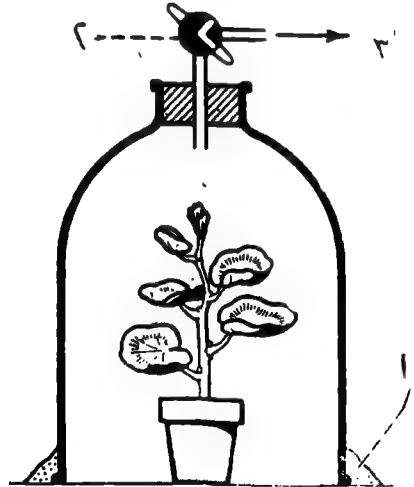
١ - فهذا التفاعل ماص للحرارة يتطلب انجازة قدرة مصدرها القدرة الضوئية .

٢ - ويعتبر هذا التفاعل الكيماوي ارجاعاً لغاز الكربون بالماء بالدرجة الاولى .

قياس المبادلات الغازية اليخضورية

طريقة تحليل الهواء المحصور حيث يعيش النبات الاخضر : ونكتفي بذكر مبدئها نظراً لتعقيد تطبيقها :

يوضع نبات اخضر في مكان مغلق ويمرض للنور ، ثم يحلل هواء المكان هذا قبل التجربة وبعدها ، وبهذا يقاس حجم غاز الكربون المحتص ح' والاكسجين المنطلق ح' .



(شكل ٢٢٩)

كان مغلق يساعد على تحليل الهواء حيث يعيش نبات اخضر

١ - فازلين

٢ - صنوبر

٣ - نحو جهاز اخذ الغاز

ومن السهولة يمكننا ان نصصح حجم الغازات المراد قياسها ، وذلك لانه يحصل في التركيب الضوئي مبادلات غازية على عكس ما يحصل في التنفس تماماً ، اذ ان النبات يقوم بعملية التنفس والتركيب الضوئي بأن واحد ، فهو يمتص بالتنفس الاوكسجين ويطلق

غاز الكربون فالحجوم التي حصلنا عليها قبل التجربة وبمدها ليست سوى محصلة الظاهرتين: التنفس والتركيب الضوئي معاً .

الا ان المبادلات الغازية اليلخضورية في النباتات الخضر المعرضة للنور ، تحجب المبادلات الغازية التنفسية لانها اشد منها بمشر مرات تقريباً . ومع ذلك يجب ان يصحح الحجم ح^١ وح^٢ كما يلي :

ح (حجم CO₂ المتص واقصياً بالتركيب الضوئي) = ح^١ (المقاس) + ح^٢ (المنطلق بالتنفس) .
ح (حجم O₂ المنطلق ، اقصياً بالتركيب الضوئي) = ح^١ (المقاس) + ح^٢ (المتص بالتنفس) .
ولمعرفة ح^٢ وح^{٢'} في حادثة التنفس ، نعيد التجربة السابقة على نفس النبات وفي المدة ذاتها ولكن في الظلام (لنوقف بذلك عملية التركيب الضوئي) ، فنستطيع حينئذ قياس الحجمين ح^٢ وح^{٢'} بتحليل هواء المكان المطلق قبل التجربة وبمدها .

ونستطيع ايضاً ان نقيس المبادلات الغازية التنفسية بترك النبات معرضاً للنور وذلك بأن نخدر النبات بوضع اسفنج مبللة بالكوروفورم في المكان المطلق ، فالتخدير يوقف عملية التركيب الضوئي ويدم التنفس مستمراً .

شدة التركيب الضوئي : تقاس شدة التركيب الضوئي بكية O₂ المنطلقة بكية CO₂ المنصة بوحدة الوزن من النبات الجاف في وحدة الزمن .

تبدلاتها : وتختلف شدة التركيب الضوئي حسب الانواع النباتية . كما انها تختلف في النوع الواحد بتأثير عوامل البيئة الخارجية ، كالحرارة ونسبة CO₂ في الهواء ، والنور .
١ الحرارة : يكون التركيب الضوئي ضئيلاً في الدرجة صفر من الحرارة ، وتتراوح الدرجة الفضلى بين ٣٥° - ٤٠° مم . ينخفض التركيب الضوئي ويضمحل في الدرجة ٥٥° من الحرارة .

٢ - نسبة غاز CO₂ في الهواء : تزداد شدة التركيب الضوئي بازياد نسبة CO₂ في الهواء ، حتى تصل الى كمية فضلى بين ٦ - ٨ ٪ من CO₂ الا ان نسبة CO₂ في الهواء تبقى بعيدة عن الحد الافضل ، لانها تساوي ٠.٠٣ ٪ .

٣ - النور وتأثير شدته : يعتمد التركيب الضوئي ليلا ، بينما يزداد بازدياد شدة النور ، الا ان الشدة الفضلى تختلف بحسب نوع النبات .

٤ - التأثير الناتج عن تضافر العوامل المختلفة مجتمعة : تخضع المبادلات الغازية اليخضورية الى اضعف عامل في الوسط أي العامل الذي يكون في شدته الدنيا :
فاذا وجد النبات مثلاً في نور ودرجة حرارة متلائمين معه ، فإن شدة التركيب تتبع لنسبة CO_2 الذي يكون في حد أو نسبة أدنى .

اليخضور Chlorophylle

اليخضور مادة خضراء تلون الاوراق والسوق المشيبة وهي مفقودة في الفطور والباكتريات ، ونادراً في بعض باديات الاتقاح كالهالوك .

ويتوضع اليخضور في الجسيمات الصانعة الخضراء في خلايا النسيج الخاصة اليخضورية ، وخصوصاً الورقية .

ويختلف شكل الجسيمات الصانعة لليخضور ، باختلاف النباتات ، فهي مدورة عادة ، وتبدو بشكل شريط حلزوني في الاشنة الحلزونية (سبيروجيرا) ؛ وبشكل صفيحة مستطيلة الشكل في الميزوكاربوس .

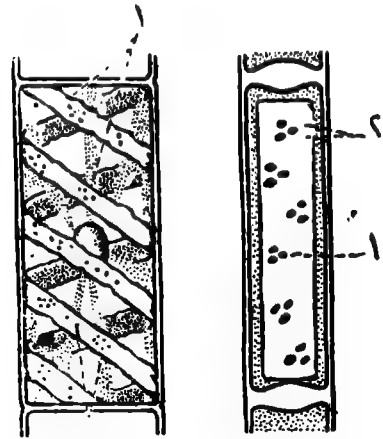
شكل (١٣٠)

الى اليسار : جسيم صانع ليخضور في نبات الاشنة
الحلزوية .

الى اليمين : جسيم صانع ليخضور في نبات
الميزوكاربوس .

١ - جسيم صانع ليخضور .

٢ - حبيبات النشاء .



اصبغة الجسيمات الصانعة الخضراء :

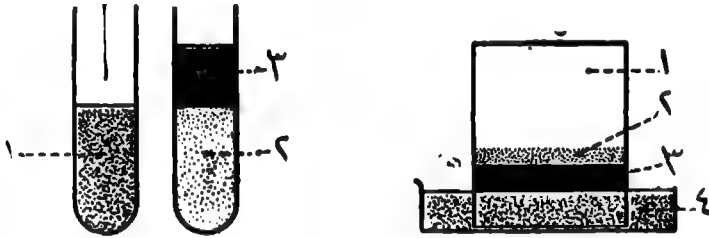
استحضار الاصبغة اليخضورية اغلام : اذا قمنا أوراق الاسباناخ أو أوراق

القراص لمدة ٢٤ ساعة في الكحول أو الخلون ، ترى أن اليخضور الخام ينتشر في المحلول ويزول لون الجسيمات الصائفة الخضراء .

ويمكننا أن نجري العملية في وقت أقصر ، إذا سحقنا أوراق الاسباناخ أو أوراق القراص في ماون يحوي كحولاً بكثافة (٩٠°) أو خلوناً . ثم نرشحه فنحصل على محلول أخضر من اليخضور الخام في الكحول (أو الخلون) .

٢ - تركيب اليخضور الخام : يتركب اليخضور الخام من مزيج ثلاثة أصبغة هي : اليخضور النقي (بلون أخضر) واليصفور (بلون أصفر) والجزرين (بلون رتقالي) . ويمكننا أن نفصل هذه الأصبغة عن بعضها كما يلي :

أ - تجربة : نضيف إلى محلول الكحول اليخضوري الخام الذي حصلنا عليه سابقاً - كمية من البنزين ونخضه جيداً . ثم نترك السائل هذا فترة من الزمن حتى يفصل إلى طبقتين : الطبقة العليا خضراء وتحوي على اليخضور النقي المنحل في البنزين ، بينما تكون الطبقة الكحولية السفلى بلون أصفر لاحتوائها على بقية الأصبغة من يصفور وجزرين .



شكل (٢٣١)

عزل الأصبغة الموجودة في محلول اليخضور الكحولي الخام

إلى اليسار : بواسطة البنزين :

١ - كحول ويخضور خام . ٢ - جزرين ويصفور . ٣ - بنزين + يخضور نقي .

إلى اليمين : بواسطة ورق ترشيح نشاف :

١ - ورق ترشيح . ٢ - جزرين ويصفور . ٣ - يخضور نقي . ٤ - يخضور خام (محلول كحولي)

ب - لنفرض شاقولياً النهاية السفلى لورقة نشاف في محلول كحولي من اليخضور الخام ، فترى أن السائل يصعد في الورقة بفضل الخاصية الشعرية ، كما نشاهد على الورقة عصبتين ملونتين ، فالعصبة الأولى السفلى تكون ملونة بالأخضر ، الذي يعود لوجود

اليخضور النقي ، واما الثانية وهي الملوية فتكون ملونة بالاسفر القدي يمود لوجود مزيج من اليصفور والجزرين .

٣ - اليخضور النقي : بشكل اليخضور النقي القسم الاعظم من الجسيات الصانعة الخضراء ويحجب بقية الاصبنة مما يكسب اليخضور الحام اللون الاخضر ، وهو الذي يدخل لوحده في عملية التركيب الضوئي .

تركيبه الكيمياوي : اليخضور مركب عضوي آزوتي ويحتوي على عنصر Mg ، ويشبه بنيته القرية بنية الدمين (هياتين) في خضاب الدم، التي تحتوي على عنصر Fe بدلاً من عنصر Mg .

وفي الواقع يكون اليخضور النقي مؤلفاً من مزيج نوعين من اليخضور : اليخضور (آ) ذو اللون الازرق المائل الى الخضرة . واليخضور (ب) ذو اللون الاخضر . وهما من طبيعة كيميائية متجاورة ، ويشتركان معاً في الجسيات الصانعة .

تشكل اليخضور : يظهر اليخضور في الجسيات الصانعة الناتجة عن تطور المصورات الحوية ، ولا يتشكل اليخضور الا بتوفر شروط معينة هي :

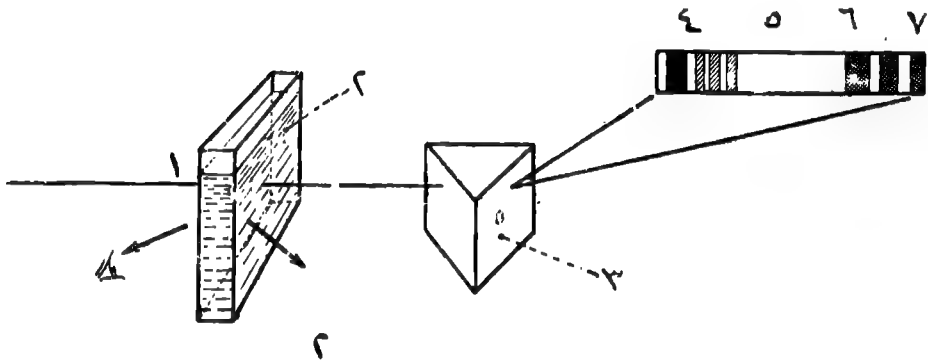
- كمية كافية من النور : فلا تخضر السوق والاوراق الا اذا وجدت في الظلمة (لب الخس ، ونبات البطاطا الفتية التي تنمو في قبو ...) فيقال انها اصببت بالهيج (فقدان الخصب) ، واكتنا اذا عرضناها للنور بمدئذ نراها تكتسب اللون الاخضر .

- كمية كافية من الحرارة : وتقرب درجة الحرارة الفضلى لتشكيل اليخضور من ٣٠° .
- وجود الحديد في الوسط الغذائي : للحديد اهمية كبرى في تشكيل اليخضور ، مع انه لا يدخل في تركيب ذرته ، فهو يلعب دور عامل بالتماس في التفاعلات التي تؤدي الى تركيبه . ويؤدي عدم وجوده في النباتات الى اصفرارها ، رغم تعرضها للنور .

٤ - الاصبغة الجذرينية : يعتبر الجزرين فرعاً هيدروجينياً ، بلون برتقالي وهو طليمة الفيتامين آ .

وأما اليصفور الذي يطلق عليه اسم الهجين فهو مركب يرافق مادة الجزرين ، ذو لون اصفر ويكسب الاوراق الهيجاء التي نمت في الظلمة لونها الابيض المائل الى الصفرة (لب الخس) .

خواص اليخضور الضوئية : من أهم خواص اليخضور امتصاصه لبعض أشعة النور تجوبة طيف امتصاص اليخضور : إذا وجهنا حزمة ضوئية بيضاء على حوض زجاجي بشكل متوازي المستطيلات يحوي على محلول كحولي لليخضور ، بحيث تقع هذه الحزمة بمدئذ على موشور بمد أن تخترق الحوض المذكور ، نرى أن بعض الاشعاعات قد انعدمت في الطيف الذي تتلقاه على لوحة أعدت لذلك . ويحل محل هذه الاشعاعات الناقصة سبع عصابات سوداء امتصاصية هي :



(شكل ٢٣٣)

١ - ضوء ابيض ٢ - يخضور خام ٣ - موشور ٤ - احمر ٥ - اخضر ٦ - ازرق ٧ - بنفسجي

أ - عصابة عريضة تامة في منطقة الاحمر زالت بتمامها تقريباً .

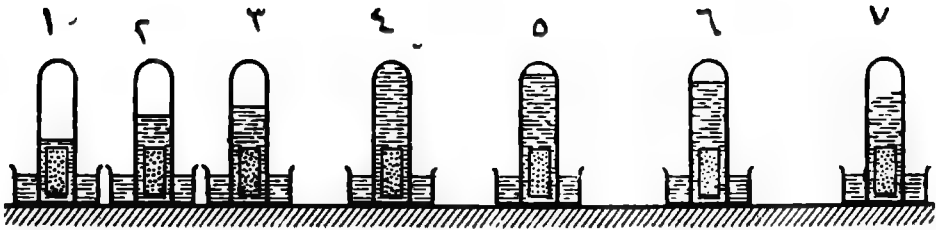
ب - ثلاث عصابات ثانوية في منطقتي البرتقالي والاصفر .

ج - وثلاث عصابات عريضة في مناطق الازرق والبنفسجي .

ونلاحظ أنه لا يحدث الامتصاص في منطقة الاخضر التي بقي بأكملها . وتكون عصابة الامتصاص المتوسطة في منطقة الاحمر ذات شدة عالية .

دور اليخضور في التركيب الضوئي : ان عملية التركيب اليخضوري ماصة للحرارة بمكس حادثة التنفس ، كما يستوجب انجازها وجود النور واليخضور ، ونستطيع بناء على ذلك أن نفترض بأن القدرة الضرورية لتفاعلات التركيب الضوئي ، تنتج من الاشعة الضوئية التي يمتصها اليخضور .

ولقد أيدت التجارب هذه الفرضية ويثبت بأن الاشعة التي يمتصها اليخضور هي بينها التي تساعد على عملية التركيب الضوئي ، ونبين ذلك بالتجربة التالية :



(شكل ٢٢٣)

طريقة الطيف (جميع الانابيب تحتوي على قطع ورق متساوية)

١- احمر ٢- برتقالي ٣- اصفر ٤- اخضر ٥- ازرق ٦- بني ٧- بنفسجي

طريقة الطيف : لنحصل في غرفة مظلمة — بفضل موشور — على طيف لنور أبيض واضح التبديد ، ولنضع على طريق كل من الشعاعات المختلفة الرئيسية ، أنبوب تجربة يحوي على قطعة خضراء من ورق الخيزران مثلا ، غاطسة في ماء غني بـ CO_2 مع ملاحظة وجوب تساوي جميع القطع الورقية .

فترى بعد ساعات قليلة أن انطلاق الاوكسجين يكون شديداً في منطقة الاحمر ، وبطيئاً في منطقة البرتقالي والاصفر ، ومعدوماً في منطقة الاخضر ، وضيقاً جداً في مناطق الازرق والنيلي والبنفسجي .

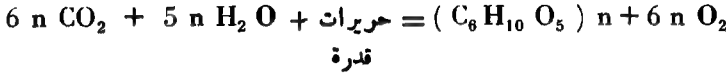
والخلاصة : أن هناك توافق تام ما بين الاشعة التي يمتصها اليخضور وبين الاشعة التي يستخدمها التركيب الضوئي ، فالليخضور يحول القدرة الضوئية التي يمتصها الى قدرة كيميائية .

وهكذا يتم تركيب السكريات بتفاعل مزيج غاز CO_2 والماء ، ويلعب اليخضور دور المحسن الضوئي لهذا التفاعل بامتصاصه القدرة من بعض الاشعة .

نتائج التركيب الضوئي

يتم لشكل السكريات نتيجة لنشاط التركيب الضوئي في نسج الاوراق . ويمثل النشاء المرحلة الطبيعية لهذا التركيب اليخضوري عند كثير من النباتات

الخضراء ، فهو وجوده في الاعضاء برهان حقيقي يميز لحدوث التركيب الضوئي ونلخص هذه الظاهرة بالمعادلة التالية :



إلا أن كثيراً من النباتات ذات الفلقة الواحدة (كالسوسن والخزامى والنجيليات) لا تحتوي اوراقها المعرضة للنور على نشاء ابدأ ، بل نجد فيها سكريات منحلّة في الفجوات (كالفلوكوز ، والليفولوز وخاصة السكروز) وجميع هذه السكريات هي نتيجة لحدوث التركيب الضوئي .

وبعبء عن تركيب الفلوكوز بالتفاعل التالي :



ولكن هذا التفاعل مع التفاعل السابق ، لا يدلان على الظاهرة الا بصورة اجمالية ، وذلك لان طرف المعادلة الاول لا يمثل سوى المرحلة البدائية منها ، بينما يمثل طرفها الثاني المرحلة النهائية لها . وما التركيب الضوئي الا سلسلة معقدة جداً من التفاعلات الكيميائية العديدة .

اصطناع المواد العضوية الاخرى

في النباتات البخضورية

١ - اصطناع البروتيدات (الاحيات) : بنجم تركيب ذرات البروتيدات الضخمة على وكس النترات التي يمتصها النبات من التربة ، ويحدث هذا التركيب في الجذور وفي الاوراق .

ففي الجذور ترجع النترات ثم تتحول الى مركبات نشادرية تتحد مع السكريات الناتجة عن التركيب الضوئي وتشكل البروتيدات . اما في الاوراق فلا يحدث هذا التحول إلا تحت تأثير النور . فترجع النترات ثم تتحول الى مركبات نشادرية تتحد مع قسم من طليعة الجسم العضوي (وهو ليس من السكريات ، ولكنه يعتبر اول جسم يتشكل بنتيجة التركيب الضوئي) فتحصل البروتيدات ، كما ينتج عن القسم الآخر سكريات .

٢ - اصطناع الشحوم: يزداد اصطناع الشحوم في البذور والاثمار الزيتية ، ويكون تكوينها على وكس السكريات (لا تحوي البذور الزيتية الفتية إلا سكريات فقط تزول بالتدريج في دور النضج وتحل محلها الشحوم كلما زالت) .

النسج المحضر ودوراته

يفقد النسج الناقص في الاوراق كمية من مائه بالانفصاج والتعرق ، ويكسب بالتركيب الضوئي مواد عضوية جديدة ، وخاصة السكريات والبروتينيدات فينقلب إلى نسج مفيد أو محضر ، يتوزع الى سائر انحاء النبات فيغذيه ، وتسهل احمال بعض مواد هذا النسج خاثر خاصة . فالنشاء يتحول الى مالتوز بفعل خيرة خاصة ، وهذا ينقلب بدوره الى غلوكوز ينحل في الماء ويهاجر من الاوراق .

دوران النسج المحضر : ينتشر النسج المحضر من خلية الى اخرى في النسج الخاصة الورقية ، ثم ينتقل الى العصيات القماطية ، حيث يصل الى الاغصان ومنها ليهاجر بمدئذ

ويتوزع في جميع انحاء النبات .

يجري النسج المحضر ضمن الانابيب

الغربية ، ويكون اتجاهه ساعداً او

نازلاً بحسب المناطق التي يتجه اليها

وبثبت ذلك بتجربة التقشير الحلقي :

يصنع في منشأ غصن موريق شق

دائري تقطع فيه حلقة من القشر مع طبقة

من اللحاء بدون ان يمس الخشب ،

فيلاحظ أن هذا الشق يلتئم ثم

تتكون في شفته العليا حوية بارزة

تصدر عنها جذور منضمة ، بينما تبقى

شفته السفلى على حالها . ويظل ذلك



شكل (٢٣٤) لشكل ندبة حلقة بعد التقشير الحلقي

١ - لحاء وقشرة ٢ - خشب ٣ جذور منضمة

٤ - ندبة حلقة ٥ - نسج محضر .

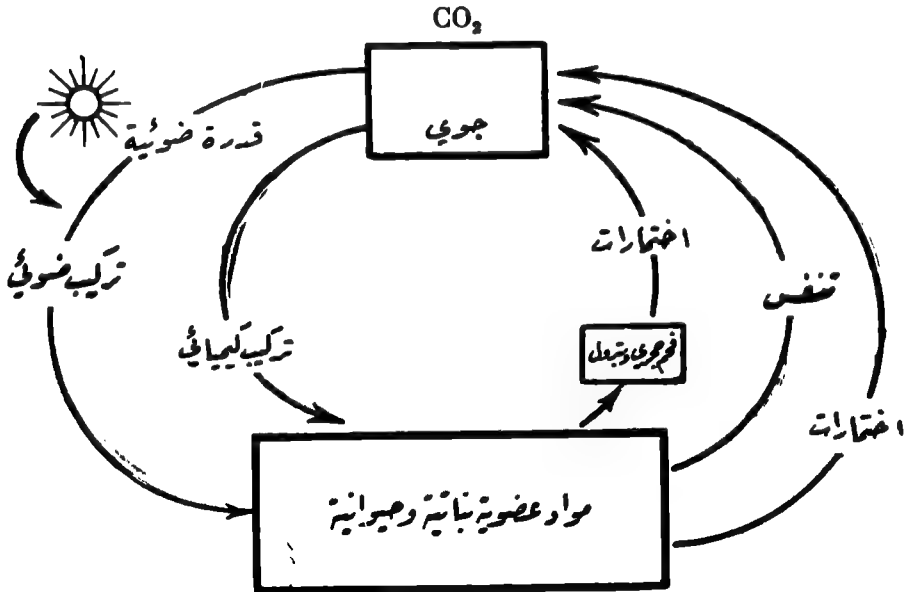
بتراكم النسغ الذي صنعه الاوراق فوق الشق لمدم تمكنه من الهجرة نحو اسفل الساق فاللحاء هو مقر لتيار هابط من النسغ ، ينزل في الساق نحو الجذور .

واذا أجري هذا التقشير الحلقي في غصن مجرد من الأوراق ، نلاحظ أن البرعم النهائي يتوقف نموه (لتوقف تيار النسغ المحضر الذي يصعد نحو البرعم من جراء عملية النزح الحلقي) .

نستنتج من ذلك : ان اللحاء هو أيضاً مقر لتيار صاعد من النسغ المحضر نحو البراعم ، والسوق وأزهار الأثرار التي تعتبر بأجمعها مكاناً لاستهلاكه .

دورة الكربون في الطبيعة

لعنصر الكربون أهمية كبيرة في حياة الكائنات الحية ، وهو يتحول في الطبيعة ما بين الشكل المعدني (CO_2) والشكل العضوي (سكريات شعوم بروتيدات) باستمرار ، وقد رأينا أن تحول الكربون المعدني الى أجسام عضوية لا يتم الا بفضل التركيب الذي تقوم به النباتات الخضراء . ثم يعود الى الشكل المعدني بفضل التنفس والاختار والاحتراقات الشديدة ويمثل الشكل التالي دورة الكربون في الطبيعة :



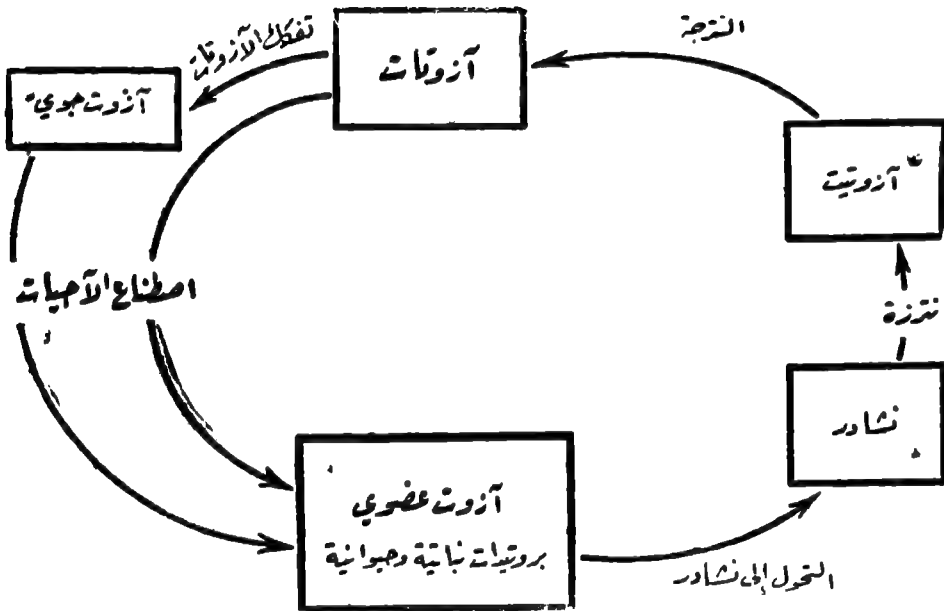
شكل (٢٣٥)

دورة الكربون

التغذية الآزوتية

ودورة الآزوت في الطبيعة

هي مجموعة التحولات التي تطرأ على المركبات الآزوتية في الطبيعة وتشمل هذه الدورة الاطوار الآتية :



شكل (٢٣٦) دورة الآزوت

١ - تحول الآزوت المعدني إلى آزوت عضوي :

أ - اعتباراً من النترات والأملاح النشادرية : تمتص النباتات الخضراء الأملاح النشادرية والنترات وتحول الأخيرة إلى بروتيدات . وتفيد البروتيدات النباتية في تغذية الحيوانات المشبية ، التي تستعمل بدورها في تغذية الحيوانات اللاحمة . فتتحول إلى حموض أمينية بتأثير الخمائر الهاضمة ، وتشكل من جديد في الخلايا الحيوانية على شكل بروتيدات حيوانية فوعة .

ب — اعتباراً من الآزوت الحر الذي يتخلل التربة : ويتم ذلك :



شكل (٢٣٧)
١ — تربة زراعية

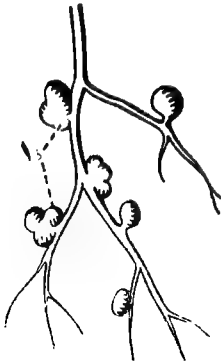
(١) — بفضل الراجبيات الحرة في التربة : التي اكتشفت بنتيجة تجارب برتلو : لقد وضع في اصيص ، مطلي بطلاء غير نفوذ ، كمية من تربة رملية غضارية خالية من الآزوت ومركباته . ثم نكس عليها ناقوس من الزجاج يمر فيه تيار من الهواء الصافي . فوجد بعد مضي عدة اشهر — بتعبير هذه التربة قبل التجربة وبمدها — ان كمية الآزوت فيها زادت . وقد كرر هذه التجربة على تراب معقم بدرجة ١٠٠° — وعلى تراب اضيف اليه قليل من الكلوروفورم — فلم تعد التربة قادرة على تثبيت الآزوت . نستنتج مما تقدم ان تثبيت الآزوت ، سببه وجود كائنات

حية في التربة ، امكن استخراجها وزرعها ، كراجبيات (كلوستريديوم وآزوتوباكتر) التي تستطيع ان تثبت الآزوت الجوي مباشرة ، وتستعمله في تركيب هيولاهاء . وبهذا تصبح التربة غنية بالآزوت المضوي بفضل وجود هذه الراجبيات . وتحتاج الراجبيات الى السكريات لتمكن من تثبيت الآزوت .

(٢) بفضل راجبيات النباتات البقلية (القوية) :

لوحظ منذ زمن بعيد ان الارض التي تزرع بالنباتات البقلية يكثر آزوتها ، فتعمل

النبات البقلية هكذا فعل الاسمدة في انماء ثروة الارض الآزوتية . ولذا ادخلت في نباتات الدورات الزراعية . وقد لوحظ ايضاً على جذور النباتات المزروعة في الحقل ، تورمات صغيرة كروية الشكل تدعى المقد الآزوتية .



شكل (٢٣٨)

عقد آزوتية في جذور النباتات البقلية

والمعدة الآزوتية هي بمثابة جذير صغير نخبين ، ذلك لأننا نشاهد في مقطع المرضي حزمًا لحائية خشبية تحيط بمخ كبير تضخمت خلاياه لاحتوائه على راجبيات عديدة الحركة يبلغ طولها عدة صفيرات وعرضها صغير واحد . تأخذ شكل حرف V أو Y وتدعى هذه الراجبيات العصيات الجذرية .

فهل هناك صلة ما بين الخاصة التي تقوم بها النباتات البقلية بتثبيت الآزوت الهوائي المتخلل في التربة من جهة ، وبين وجود راجبيات العقد الآزوتية من جهة أخرى ؟ لقد تبين أن الصلة وثيقة كما يبرهن على ذلك التجارب التالية :

تزرع بذرة من بذور النباتات البقلية في تراب معقم بدرجة ١٠٠° و مجرد من كل مركب آزوتي ، فلا يلبث النبات الناتج منها أن يبدي علاماً الاحتياج الشديد الى الآزوت ، فيقف نموه ويصفر ثم يموت . فإذا أضفنا الى هذا التراب ، تراباً من أرض عادية كانت مزروعة بنباتات بقلية ، وسقينا الجميع بالماء ، فإن النبات الذي كان آخذاً بالموت ، ينتعش ويستعيد صفاته الطبيعية ، ثم ينمو على الرغم من تجرد أرضه من الآزوت ، وتظهر على جذوره في نفس الوقت ، العقد الآزوتية .

نستنتج مما تقدم ان العصيات الجذرية قامت بتركيب البروتيدات على وكس آزوت الهواء ، ثم تقوم الخلايا المتضخمة الموجودة في العقد الآزوتية ، بهضم العصيات ، بفضل خماثر تفرزها ، فتتغذى النباتات البقلية بأشلائها الآزوتية .

وتقوم النباتات البقلية بتركيب السكريات بفضل التركيب الضوئي، وتعطي للراجبيات قسماً منها يساعدها على تركيب المواد الآزوتية .

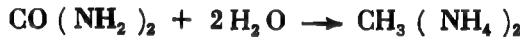
وهكذا يجري بين النباتات البقلية ، وبين العصيات الجذرية تبادل بالمنفعة يدعى التعايش .

٢ — تحول الآزوت العضوي الى آزوت معدني: يطرأ في التربة على المركبات العضوية الآزوتية الناتجة من جثث الحيوانات والنباتات (أي البروتيدات) ومن الفضلات الآزوتية كالبولة ، سلسلة تفاعلات تحطمها تدريجياً ، وتؤدي بها لتشكل النترات (الآزوت المعدني) . وتعر هذه التفاعلات المتدرجة — التي يرجع مردها الى الجراثيم — في المراحل التالية :

أ — التفسخ : يطرأ على انقراض الحيوانات والنباتات ، وعلى فضلاتها الآزوتية تفسخ

او اختبار تفسخي سببه المغنسات والراجبيات ، فتحول البروتيدات الى حموض امينية يصحبها تشكّل غاز الكربون واجسام ذات رائحة كريهة كغاز كبريت الهيدروجين والسكراتول . ويؤدي التفسخ الى تشكّل الدبال .

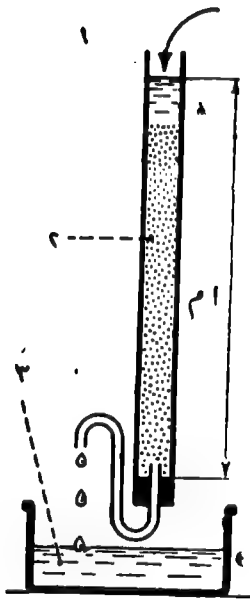
ب — النشدرية : وتحول الحموض الأمينية ، البولة الناتجة من البول ، الى املاح نشادرية ، وتحدث هذه الظاهرة الهامة بتأثير المغنسات كالمغن الابيض وتأثير الراجبيات (كالمكورات البولية) . فالمكورات البولية مثلاً تيمم البولة وتحولها الى فحات امونيوم حسب التفاعل التالي :



كما تحوّل الحموض الأمينية بدورها الى املاح نشادرية.

ج — النتروجة : تحوّل بفضلها الاملاح النشادرية

الى نترات بتأثير راجبيات النتروجة كما تبين التجربة التالية :



(شكل ٢١٢)

نتروجة المياه النشادرية بواسطة راجبيات النتروجة

١ — مياه نشادرية

٢ — تربة خالية من النترات

٣ — نترات

اذا امررنا بيطء مياهاً نشادرية (مياه المجاري العامة) في انبوب يحتوي على تراب زراعي مجرد من النترات ، فاننا نحصل بالنتيجة على نترات في قاعده السفلي ، وتدعى هذه العملية بالنترجة . ولا يمكن ان تحدث النتروجة اذا عمقنا التربة بجمارة ١٠٠° او اضفنا اليها قليلاً من الكلوروفورم ، فالنتروجة اذن ظاهرة يرجع مردها الى وجود كائنات حية هي راجبيات النتروجة .

١ — النتروزة تنأ كسد الاملاح النشادرية وتتحول الى حمض آزوتي بتأثير راجبيات آزوتية مثـال راجبية (نيتروزوموناس) . ثم بشكل حمض الآزوتي آزوتيت مع الاسس التي يصادفها في التربة .

٢ — النتروزة : بتأكسد حمض الآزوتي والتزيت بدوره ، ويتحول الى حمض الآزوت بتأثير راجبيات آزوتية مثال ، راجبية (نيتروباكتري) . ويتحد حمض الآزوت مع الاسس في التربة ليمطي آزونات (نترات) .

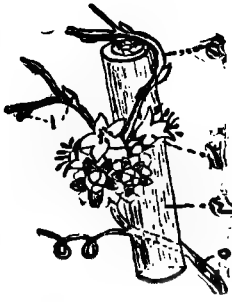
شروط تفاعلات النتروزة :

- ١ — لا يمكن الاستغناء عن الاكسجين ، ولذا كان حرث الارض ضرورياً للزراعة
- ٢ — يجب أن تكون الحرارة مرتفعة . ويكون حدها الافضل من 35° — 40° .
- ٣ — يجب أن تكون الارض ذات تفاعل أساسي لتملك المحوض الناتجة وتشكل الاملاح ، لذا تصلح الاراضي الحامضية باضافة الكلسيوم .
- ٤ — يجب ان تكون في حد معين من الرطوبة (١٠-١٥ ٪) ماء .
وتعتبر هذه الشروط كلها ضرورية لحيات الراجبيات .

تحلل النتوات : تتفكك النتوات في التربة الكثيرة الرطوبة ، وذات التهوية الناقصة . وتتحول الى حمض آزوتي فنشادر ثم الى آزوت حر ينطلق . ويكون ذلك بتأثير الراجبيات المحللة للنتوات . لذا تعتبر هذه الراجبيات ضارة لانها تفقد الارض من نتراتنا .

التطفل والتعايش في النبات والحيوان

رأينا أن النباتات الخضراء قادرة على صنع موادها العضوية الضرورية لفعالها الحوية ، وسميت لذلك بالنباتات ذاتية التغذية . إلا أن الحيوانات لا تستطيع ذلك بل تتناول أغذيتها العضوية جاهزة من النباتات الخضراء فهي غير ذاتية التغذية . وأما الفطور واغلب الجراثيم المدمعة اليخضور ، فهي غير ذاتية التغذية ايضاً، وتأخذ المواد السكرية الضرورية اما من اشلاء النباتات والحيوانات المتفسخة التي تعيش عليها وتركب موادها الآحية بنفسها ، وتدعى عندئذ « بالرميات » . أو ان تمتد بالمواد العضوية الحية ، من النباتات والحيوانات الحية التي تتطفل عليها وتدعى « بالطفيليات » .



فالتطفل إذن شركة ريمها وحيد الجانب ، يستفيد منها احد الشريكين فقط ، وهو المضيف على حساب الشريك الآخر وهو المضيف .

اولا — التطفل :

(شكل ٢٤٠)

الكشكوت على ساق الفصصة
١- اوراق ٢- ساق ٣- ازهار
٤- ساق المضيف ٥- محصات

أ — النباتات الطفيلية : ونميز منها قسمين :

١ — النباتات بادية الزهر الطفيلية : نذكر مثالا عنها الكشكوت ، ويعرف باسم المالك ايضا . وهو نبات يعيش على الصمغ والنفل والفصصة ، والبطاطا والبندورة ، ساقه ملتفة وأوراقه ضامرة تحولت الى حراشف عديدة اللون ، وأزهاره بيضاء مجمعة . وينمو الكشكوت بعد انتشار بذوره . ويتسلق على ساق مضيفه مرسلأ فيه ابرأ مجهزة بمحصات تنفخ في قشرة ساق المضيف وتسجحه حتى تصل الى اوعية النسغ فتمتص منها النسغ المحضر والنسغ الخام . وهكذا يضيع القسم الاكبر من غذاء المضيف ، فيقف نموه ويموت . ومن هذه النباتات الجمل فيل ويتطفل على جذور الفصصة .. وذؤنون الأرض ويتطفل على جذور الصفصاف .

والى جانب هذه النباتات العديدة اليخضور ، والتي تنطفل تطفلا كاملا ، هناك نباتات بادية الزهر تعيش متطفلة على غيرها رغم وجود اليخضور فيها ، بيد أن تطفلها ناقص ، ونذكر مثالا عنها نبات الدبق الاخضر ، الذي يعيش على أغصان التفاح مرسلأ محصاته في نسجها ، حتى تصل الى الاوعية الخشبية ، فيأخذ الدبق منها الماء والأملاح المعدنية ، بينما يأخذ بفضل أوراقه الحاوية على اليخضور غاز الكربون من الهواء ، فيكمل بفضل التركيب الضوئي أغذيته .

وفي الشتاء ، تسقط أوراق التفاح ، بينما تستمر اوراق الدبق الدائمة بعملها اليخضوري ، ويقدم الدبق الى مضيفه كمية من ماءات الفحم التي صنعها .

وقد سميت هذه الحادثة بالتطفل النصفي ، لأن الدبق لا يأخذ من مضيفه إلا قسما ضئيلا من الغذاء ، ويصنع بقية غذائه بنفسه .

وبلاحظ بصورة عامة ان جهاز التغذية في باديات الزهر الطفيلية ، ضامر او ناقص ، وذلك لتطوره . تطورا نائفا اثناء التطفل .

٢ - مستووة الزهر الطفيلية : تنتسب اكثر افراد هذه الفئة الى الاشنيات والفطور وعددها كثير جداً وهي تحدث في الحيوان والنبات امراضاً خطيرة .

١ - الفطور الطفيلية : نذكر منها :

— عنن الكرمة : الذي يتطفل على اوراق الكرمة وقد درسناه مفصلاً في العام الماضي .

— فطر الارمداد : ويدعى المن ، وهو فطر تتألف مشرته من خيوط تزحف على سطح اوراق الكرمة وعلى حبات العنب مرسلات فيها ممحات صغيرة تمتص بها الاغذية بسرعة ويكافح بسهولة برش زهر الكبريت .

وهناك انواع عديدة من الفطور الطفيلية التي تتطفل على نباتات فصيلة الحبوب مسببة اضراراً كبيرة ، وقد درسنا امثلة كافية عنها في العام الماضي كالسواد او فحم الحبوب ، والشقران او سداً الحبوب .

— ومن الفطور ما يتطفل على الحيوانات وعلى الانسان نذكر منها الفطور الشعاعية التي تحدث في الانسان داء خطراً يدعى داء الفطر الشعاعي . والفطور الشعرية التي تحدث السعفات (القرعات) في فروة الرأس .

٢ — الجوائيم الطفيلية (الاشنيات) : وهي تحدث اكثر انواع الامراض السارية ونذكر منها عصابات الجفرة الخبيثة ، وعصابات السل ، وعصابات الكزاز وعصابات الحمى التيفية وعصابات الخناق الخ... وتتطفل كلها على الانسان فتضر به بسمومها وذيفاناتها القاتلة.

ب — الحيوانات الطفيلية : ان امثلة التطفل في الحيوانات عديدة جداً ، وقد عرفنا كثيراً منها في السنين الماضية . فمنها الجرائم الحيوانية التي تتطفل على الانسان والحيوانات مسببة لها امراضاً اثنائية ، كالتحول الزحاري ، والمصورات الدموية والمتقيبات الخ وكثير من الحشرات التي تمتص دم الانسان او الحيوان كالببراغيث والقمل... وطفيلي الجرب الذي يتطفل على جلد الانسان .

كما ان قسماً كبيراً من الديدان يعيش متطفلاً على جسم الانسان او الحيوان مسبباً امراضاً خطيرة . كحيات البطن ، والبلهارزيات والديدان الشريطية . ومنها ما يحتاج لانعام حلقة تطوره لمضيفين متتاليين . ونكتفي الآن بذكر مثال منها هو الدودة الشريطية المسلحة : وهي دودة منبسطة تعيش متطفلة على معي الانسان حيث تثبت بشدة بواسطة محاجها الارسة وكلايها . وتتغذى بحاصلات هضم مضيقها بالحلول . وعندما تقضج تنفصل عنها الحلقات الاخيرة وقد امتلأت بالبيوض ، وتطرح هذه الحلقات مع البراز الى الوسط الخارجي فتتلوث الاعشاب بالبيوض المنتشرة منها فيلتهمها الخنزير ، فتتحل قوقعتها ويخرج منها جين مسدس الاشواك يخترق جدران الامعاء وينتقل بطريق الدم الى العضلات حيث ينمو ويشكل حويصلا في داخله رأس صغير ، ويتوقف النمو عند هذه المرحلة وتبقى الحويصلات في عضلات الخنزير مسببة له داء الشريطيات الكيسي .

واذا اكل الانسان لحم الخنزير المصاب دخلت الحويصلات الى معدته حيث تنحل ويصبح رأس الدودة حراً فيثبت على جدران الامعاء وتنشأ عنه دودة كهلة ، مسببة للانسان اضطرابات هضمية واضطرابات عصبية .

ويلاحظ ان هذه الحويصلات الطفيلية قد تكيفت اعضاؤها بنتيجة التطفل وضمرت الاعضاء التي اسبحت لاوظيفة لها . ففي البرغوث والقمل مثلاً نلاحظ ان هذه الحشرات قد فقدت اجنحتها لاعتيادها حياة التطفل ، كما ان لواحق الفم فيها قد تكيفت مع اللدغ والمص .

ونلاحظ ايضاً ان اجهزة التغذية قد ضمرت حتى انها زالت نهائياً كما في الدودة الوحيدة التي فقدت هذه الاجهزة بكاملها ، فليس لها جهاز دوران ولا جهاز تنفس ولا جهاز هضم ، انما تتغذى بالحلول . ويسمى ذلك بالتردي الطفيلي .

ثانياً — التعايش :

وقد يشترك نباتان معاً ويفيد كل واحد منهما الآخر ، ويطلق على هذه الشراكات المنفعة المتبادلة اسم التعايش .

ونذكر مثلاً عن النباتات المتعايشة :

١ — الحزازيات : وهي نباتات تعيش على سطوح المنازل والجدران وسوق الاشجار الرطبة — بتألف جهازها المغذي من مشرة مختلفة الاشكال ، ويكون الشريك فيها عادة اشنية خضراء وفطراً . فاذا قطعنا قطعاً عرضياً مشرة الحزازة وفحصناها بالمجهر وجدنا انها تتألف :

- (١) — من منطقة علوية تحتوي على بوغ يفيد في تكاثر الحزازة وعلى خيوط .
 (٢) — من منطقتين قشريتين عليا وسفلى تتألفان من نسيج من الخيوط الفطرية المدعمة اللون :

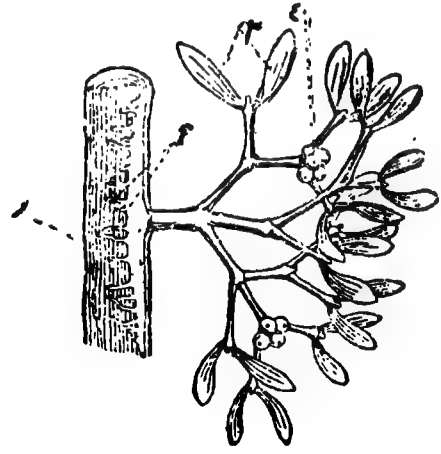
(٣) - من منطقة متوسطة مكونة من خلايا اشنية خضر محبوسة في عيون شبكواسمة من الخيوط الفطرية ، وتثبت الحزازة في مكانها بواسطة الخيوط التي تمتص الماء والاملاح المدنية . وقد امكن تركيب الحزازة تجريبياً كما يلي :

توضع قطعة من قشرة شجرة في قارورة من الزجاج وتعقم ، ثم يبذر فوقها بوغ فطر ، وتوضع الى جانبه بضع خلايا من نبات اشني فتنشأ من البوغ خيوط تحيط بالخلايا وتؤلف معها الحزازة فتحمي خيوط الفطر خلايا الاشنة من الجفاف وتقدم لها الماء والاملاح المدنية ، وغاز الكربون الذي تطرحه اثناء تنفسها . بينما تصنع الاشنية بفضل يخضورها المواد السكرية النشوية وتقدم منها لخيوط الفطر التي لا تستطيع صنعها لخلوها من اليخضور .

٢ — العصيات الجذرية . وقد درسنا ذلك مفصلاً في بحث تغذي النباتات بالآزوت ، ورأينا هذه العصيات تتعايش مع النباتات البقية ، بيد ان هذا التعايش يستمر مدة ثم يقف لان النبات يتطلب في النهاية على العصيات فيضمها ويمتصها .
 فالتعايش اذن كطفل جزئي يتحملة المضيف ويحتاج اليه لنموه ، ويفضي الى حالة من التوازن بين النباتين المتعايشين .



شكل (٢٤٢) مقطع يوضح بنية الحزازة



شكل (٢٤١) نبات الدبق على غصن التفاح

(٤) العلوم الطبيعية (١٧)

التنفس

يجمع الدم والبلغم مواد الكيلوس المغذية القابلة للتمثيل التي هيأها الهضم ، فينقلانها من انبوبة الهضم الى خلايا البدن حيث يطرأ عليها تبدلات كيميائية مختلفة في طبيعتها لاحتراق والتحمض . وبعد هذان التفاعلان الكيميائيان ينبوع القدرة ومنشأ الحرارة في الانسان كما في الحيوانات ، ويتان بتأثير الاكسجين الذي تستمده الخلايا من الهواء (او من الماء في الحيوانات المائية) . وتتكون في الخلايا نتيجة للاحتراق فضلات ضارة يتحتم طرحها خارج البدن . ومن هذه الفضلات بلاماء الفحم وبخار الماء اللذان ينطرحان بنفس الطريق وفي نفس الوقت الذي يمتص فيه الاكسجين .

وقد اطلق على امتصاص الاكسجين وطرح غاز الكربون وبخار الماء اسم التنفس ويتم هذا العمل المزدوج بواسطة جهاز خاص يدعى جهاز التنفس وهو رئوي في الانسان والحيوانات البرية وغلصمي في الحيوانات المائية ، وقد يتنفس بعض هذه الحيوانات الاخيرة برئات ايضاً ، كما في الثدييات المائية ، والنباتات ايضاً تنفس .

جهاز التنفس

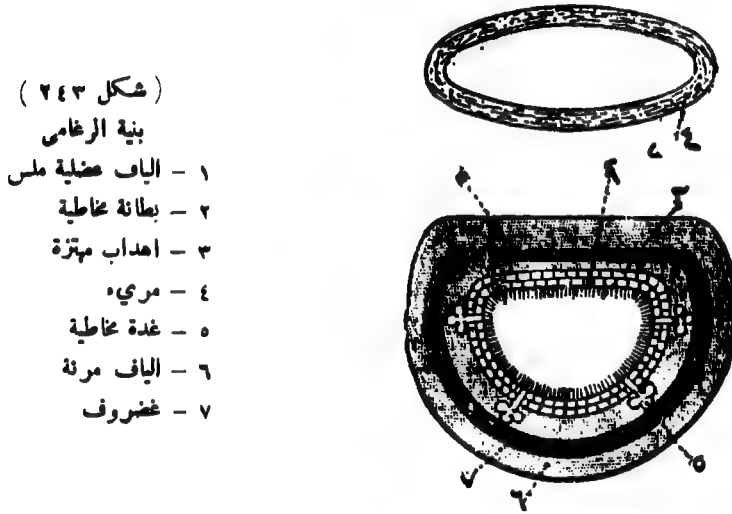
يتألف جهاز التنفس في الانسان من الطرق التنفسية والرئتين .

١ — الطرق التنفسية : وتشتمل على الحفرتين الانفييتين المتصلتين بالخارج بالمنخرين ، وعلى البلعوم والحنجرة ، والراغامي والقصبات .

الحنجرة : مجموعة غضاريف تقع امام البلعوم وتبرز في أعلى العنق حيث يكون اكبر غضاريفها بروزاً ظاهراً يدعى تفاحة آدم ومن غضاريفها لسان المزمار الذي يشبه الملعقة ويملو الحنجرة فيسدّها حين ينمطف عليها اثناء البلع . ويبطن الحنجرة غشاء مخاطي يلتوي مشكلاً زوجين من الجبال الصوتية علويين وسفليين ، وبضاعف الجبلين السفليين ألياف عضلية مرنة ويساهمان في اصدار الصوت . وللحنجرة جملة من العضلات الحركة تغير وضع غضاريفها وشد حبالها فيتغير تيمناً لذلك الصوت وشدته .

الرغامى : انبوب نصف اسطواناني تحدبه الى الامام وطوله ١٢ - ١٦ سم. يمر في الصدر أمام المري وينقسم الى قصبتين تنفذ كل منها في رئة . ويحتوي جدار الرغامى على جملة غضاريف (١٥-١٠) نصف دائرية تدعم الناحية الامامية . بيننا يستعاض عنها في الخلف بألياف عضلية ملس وتبطن الرغامى أغشية مخاطية ذات بشرة مطبقة تحمل خلاياها السطحية اوباراً مهتزة في حركة دائمة من الاسفل الى الاعلى لتطرد الغبار كما تتضمن غدداً مخاطية لترطيب الهواء . اما القصبص الخارجية فليفية .

القصبصات : هما قصبتان تنشآن من تفرع الرغامى ولها نفس بنيتها لكن غضاريفها دائرية.



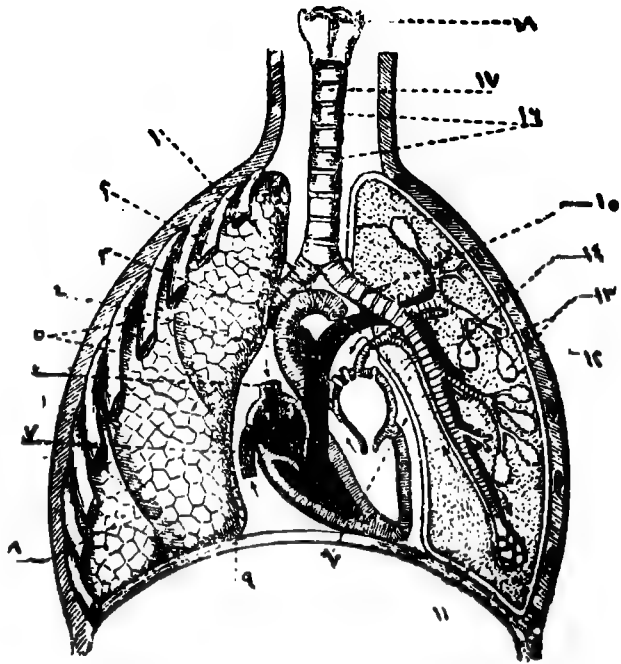
٢ - الرئتان : كئلتان مرنتان كالاسفنج تقعان في القفص الصدري ، شكل كل منها مخروطي تستند قاعدته الى الحجاب الحاجز . وهما خفيفتان تعومان في الماء . والرئة اليمنى اكبر من اليسرى ولها ثلاثة فصوص بينما للرئة اليسرى فصان فقط ، كما تتميز هذه بوجود انخماص خاص يدعى فراش القلب ولكل رئة سرة في ثلثها العلوي ، تنفذ منها القصبة والاوعية المنذية والالياف العصبية .

بنية الرئة : تتألف الرئة من مجموع تفرعات القصبصات والاوعية الدموية ومن نسج ضام يحيط بالجميع .

شكل (٢٤٤)

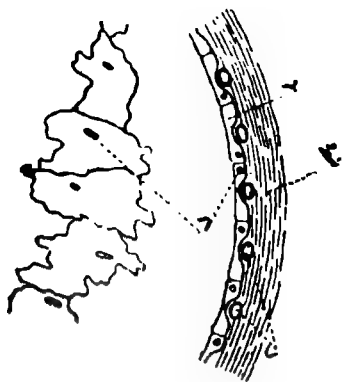
الرئتان

- ١ - وريد رئوي ٢ - نقيز
- ٣ - وتين ٤ - شريان رئوي
- ٥ - اضلاع ٦ - وريد اجوف
- ٧ - علوي ٨ - وريد اجوف سفلي
- ٩ - فصوص رئوي ١٠ - حجاب
- ١١ - حاجز ١٢ - فراش القلب
- ١٣ - غشاء جنب ١٤ - حويصلات
- ١٥ - رئوية ١٦ - اسنخ ١٧ - قصبات
- ١٨ - حلقات غضروفية ١٩ - رغامي
- ٢٠ - حنجرة



تفرعات القصبات : تنقسم القصبة اليمنى الى ثلاثة فروع تدعى القصبات بينما تنقسم القصبة اليسرى الى فرعين . ثم يستمر التفرع كأغصان الشجرة فروعاً دقيقة تدريجياً حتى تنتهي الى اكياس صغيرة تدعى الحويصلات الرئوية ينقسم جوفها الى عدد من الاسنخ وهكذا يتسع السطح الهوائي الداخلي سعة عظيمة (٢٠٠ م^٢) ويجمع النسيج الضام هذه الحويصلات فيؤلف منها قصبات ويشكل مجموع القصبات فصواً ثلاثة في الرئة اليمنى وفصين فقط في الرئة اليسرى . ولنعلم ان الفضاريف تنقطع ثم تزول حين تفرع القصبات ، وكذلك الاهداب المهترئة . ويزول قسم كبير من الالياف العضلية فلا نجد في الاسنخ سوى الطبقة المخاطية وقد اصبحت رصفية يدعمها نسيج ضام مرن .

تفرعات الاوعية الدموية : يخرج الشريان الرئوي من البطن الايمن فينقسم قسمين ينفذ كل منهما الى رئة من رئتها . ويسير محاذياً للقصبة ويتفرع مثل تفرعها حتى ينتهي الى محيط الاسنخ فيشكل شبكات شعرية غزيرة حولها . وتبلغ سعة السطح الدموي (١٥٠ م^٢) وينشأ عن اجتماع الشعريات فروع وريدية تلتلاني فتشكل وريدين في كل رئة



(شكل ٢٤٦) بنية سنج رئوي
١ - نواة ٢ - اوعية شعرية ٣ - نسيج ضام
٤ - بشرة رصفية

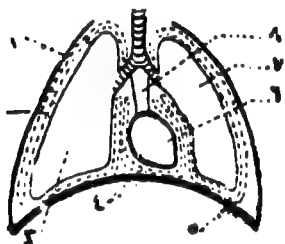


(٢٤٥) حويصان رئويان

٢٤١ - وريدات رئوية ٣ - استاخ رئوية
٤ - قصبات ٥ - شريان رئوي ٦ - شعيرات رئوية

وتخرج الاوردة الرئوية من السرة وتصب في
الاذينة اليسرى .

غشاء الجنب : يحيط بكل رئة غشاء مصلي
ذو وريقتين يدعى غشاء الجنب وتلتصق احدهما
على سطح الرئة وبينهما سائل الجنب الذي يسهل
حركة الرئتين .



(شكل ٢٤٧) غشاء الجنب والتامور
١ - وريقة الجنب الظاهرة ٢ - وريقة الجنب
الباطنة ٣ - رئة ٤ - تامور ٥ - حجاب حاجز
٦ - قلب ٨ - وعاء

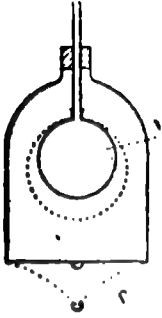
فيزيولوجيا التنفس

ندرس اولاً الحادئات الآلية التي يتم بموجبها دخول الهواء الى الرئتين وخروجه منها
ثم الحادئات الفيزيوكيميائية التي تتم بموجبها المبادلات الغازية بين الهواء والدم .

١ - الحادئات الآلية

التهوية الرئوية : يتجدد هواء الرئتين باستمرار بفضل حركات التنفس المنتظمة التي
تشتمل على شيق يستدعي الهواء الى الرئتين وزفير يطرد الهواء منها .

تجربة : لناخذ ناقوساً زجاجياً سدت قاعدته بصفيحة من المطاط . ونسد فوهته بسدادة يجتازها أنبوب يحمل كرة من المطاط (بالون) . اذا جذبنا صفيحة المطاط الى الاسفل لاحظنا ان كرة المطاط تنتفخ . واذا تركناها عادت كرة المطاط كما كانت . وتتليل ذلك



أن الهواء المحصور في الناقوس يخضع لقانون ماريوط فحين نجذب صفيحة المطاط يزيد حجمه فينقص ضغطه وتتمدد جدران الكرة مقسمة فتستدعي الهواء الخارجي ليملاها . ومتى عادت الصفيحة ينقص الحجم فيزداد الضغط على كرة المطاط فتفرغ قسماً من هوائها

(شكل ٢٤٧) جهاز يبين آلية الشهيق الرئوية ←

١ - كرة مطاط . ٢ - صفيحة المطاط .

اذا شهبنا القفص الصدري والرئتين مع مجاريها الهوائية والحجاب الحاجز بأقسام الجهاز في التجربة السابقة وجدنا تعليلاً واضحاً لآلية الشهيق والزفير . وهكذا فحركات الرئتين تنتج من تبدل حجم القفص الصدري لا من فعل خاص بها .

الشهيق : يزيد حجم الصدر بسبب : أ — تقلص عضلة الحجاب الحاجز التي تنخفض الى الاسفل دافعة منها الاحشاء .

ب — تقلص العضلات الرافعة للأضلاع فتقومها وتدفع القفص الى الامام . فتزداد أقطار الصدر من كافة جهاته ويخف الضغط فيه فتتمدد الرئتان وتجذبان الهواء الخارجي فيدخل اليها مقدار نصف لتر من الهواء .

الزفير : يصغر حجم الصدر بسبب : أ ارتخاء عضلة الحجاب الحاجز التي ترتفع وتتحدب .

ب — بارتخاء العضلات الشهيقية فتبهط الأضلاع ويعود القفص الى الورا . فتصغر أقطار الصدر جميعاً ويزداد الضغط على الرئتين فتفرغان قسماً من هوائها بقدر نصف لتر ايضاً .

ونسمي كمية الهواء التي تجدد في حركة تنفسية عادية بالهواء الجاري (نصف لتر) . نواتر الحركات التنفسية : يبلغ عدد الحركات التنفسية العادية ١٥ - ١٦ دقيقة فتكون مدة كل حركة اربع ثوانٍ يستغرق الشهيق ثلثها والزفير ثلثها . ويتغير عدد الحركات

بحسب السن والجنس والقامة وحالة الجسم . ويمر تبعاً لذلك في الرئتين بمحو عشرة آلاف لتر هواء يومياً .

الحركات التنفسية القسرية : ان الحركات التنفسية العادية لا ارادية اذ لا يمكن ابقاها او تغييرها . وتستطيع الارادة تغيير سعة هذه الحركات فتطيل مدتها واتساعها فتسمى حينئذ حركات قسرية .

الشهيق القسري : بالإضافة الى عوامل الشهيق العادي تنقلص عضلات اخرى في العنق والصدر ليزداد الساع القفص الصدري زيادة هامة فتدخل في الرئتين كمية اضافية على الهواء الجاري تسمى الهواء المتمم وتقدر بلتر ونصف .

الزفير القسري : ترتخي سائر العضلات الشيقية وتعمل العضلات الخافضة للأضلاع ، وعضلات البطن في انقاص حجم الصدر الى اصغر حد ممكن فنخرج من الرئتين كمية من الهواء تقدر بـ ٣٥٠ لتر منها ١٥٠ لتر تدعى الهواء الاحتياطي . ولا يمكن لاشد زفير ان يفرغ الرئتين تماماً اذ تبقى كمية لا تخرج ابدأ بل تتجدد وتقدر بـ ١٥٠ لتر تسمى الهواء الباقي .

السعة الرئوية : تبلغ سعة الرئتين في انسان كهل خمس لترات هي : نصف لتر جاري، لتر ونصف متمم ، لتر ونصف احتياطي ، لتر ونصف باقي ويطلق اسم السعة الحيوية على كمية الهواء التي تتجدد بالحركات العادية والقسرية أي ٣٥٠ لتر (جاري ، متمم ، احتياطي)

الاصوات التنفسية : يحدث مرور الهواء في الرئتين صوتين خاصين نسميها بالاصفاء : صوتاً اولاً ناعماً يرافق الشهيق وينجم عن انفتاح الاسناخ و مرور الهواء في الاقسام الضيقة من التفرعات القصية الى الحويصلات . وصوتاً خشناً ينشأ عن مرور الهواء الزفيري من المزمار الضيق . وتبدل الحالات المرضية في هذه الاصوات فتصبح بشكل خراخرا و غطيظ او صفير او نفثات . ونذكر اخيراً ان السعال والمطاس والتشأوب والتنهدي حركات تنفسية مفاجئة خاصة .

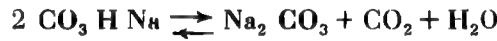
« الحادئات الفيزيا كيميائية »

وتشمل دراسة المبادلات الغازية بين الهواء والدم في الرئتين (الاستدما) والمبادلات

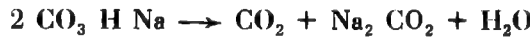
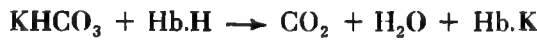
بين الدم والنسج (تنفس الانسجة) وتم هذه المبادلات وفقاً لقانوني الحلول والانفصال وقد عرفنا ماهو الحلول سابقاً . واليك قانون الانفصال :

الانفصال : ان المركبات غير الثابتة تنفك او تعيد تركيبها بسبب تباين ضغط الغاز الواقع عليها . التجربة التالية تفسر هذا القانون :

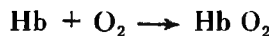
تجربة : لنضع في اناء محلولاً من ثاني كربونات الصوديوم ولنغطيه بناقوس يجرد هواؤه من غاز الكربون ؛ فيلاحظ تحلل او تفكك ثاني الكربونات الى كربونات الصوديوم وماء وغاز الكربون ينطلق في الناقوس . ولو أدخلنا كمية زائدة من غاز الكربون في الناقوس لوجدنا من جديد تكون ثاني كربونات الصوديوم : حسب التفاعل التالي :



الاستدعاء ١ : — يحوي هواء الاسناخ قليلاً من غاز الكربون (٥ ٪ بضغط ٤ سم زئبق) ويحوي الدم العاتم (٥,٥ — ٦ ٪ بضغط ٦,٥ سم) فحسب قوانين الحلول والانفصال يمر غاز الكربون المنحل في المصورة عبر الفشاء الرقيق . ثم تنفك ثاني فحات البوتاسيوم وثاني فحات الصوديوم محررة غاز الفحم كما يتفكك فحم الخضاب . ويتمقد ان خلايا الرئة مفرزات خاصة تفكك ثاني الفحات وهكذا يتحرر الدم من قسم عظيم من غاز الفحم ينطلق الى هواء الاسناخ .

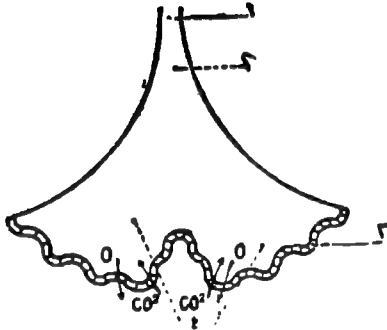


٢ — يحوي هواء الاسناخ كثيراً من مولد الحموضة (١٦ ٪ بضغط ١٢ سم زئبق) ويحوي الدم العاتم (٣ ٪ بضغط ٢,٥ سم) لذا يمر الاكسجين عبر الفشاء الرقيق من الاسناخ الى الدم فينحل في المصورة اولاً ثم يتحد بالخصاب فيكون حمض الخصاب الاحمر القاني . وهكذا يكتسب الدم مولد الحموضة وتصبح نسبة هذا الغاز ١٣ ٪ . حسب التفاعل :



لهذا يختلف تركيب هواء الشبقي عن هواء الزفير وتقول بأن الهواء يمروره على الرئتين وخروجه منها قد خسر الاوكسجين واكتسب غاز الكربون الذي يثبت وجوده حين ننفخ في رائق الكلس .

كما يختلف تركيب الدم العاتم عن الدم القاني وتقول بأن الدم يمروره على الرئتين وخروجه منها قد اكتسب مولد الحموضة وخسر غاز الكربون .



(شكل ٢٤٩)

ترسيم الجهاز التنفسي

- ١ - التخزين ٢ - الرغامى
- ٣ - بشرة رصيفة منمرجة ٤ - الرئتان

تنفس الانسجة : ليس ما حصل في الرئتين

سوى مظاهر حادثة التنفس اذ الغاية هي ايصال مولد الحموضة الى النسيج لينم حرق الاغذية فحادثات التنفس الحقيقية تتم في حذاء النسيج التي تخلص الدم مولد الحموضة وتطرح فيه غاز الفحم الناتج عن الاحتراق .

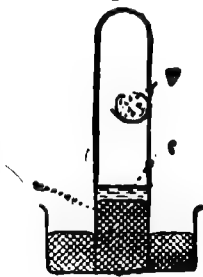
تجربة : لنضع قطعة لحم في انبوب وننكسه

على حوض فيه زيتق يملوه قليل من رائق الكلس فتلاحظ بعد مدة تمسك رائق الكلس

وارتفاع الزيتق في الانبوب مما يدل على أن قطعة اللحم قد امتصت مولد الحموضة واطلقت غاز الكربون الذي جمعه رائق الكلس ، ونجم عن ذلك فراغ استدعى ارتفاع الزيتق .

تجربة : لنضع قطعة لحم في وعاء فيه دم قان ولنحركها

فيه مدة فنشاهد ان الدم اصبح عاتماً لان قطعة اللحم قد امتصت قسماً من مولد حموضته وقد كررت التجارب على مختلف النسيج فعرف ان النسيج العضلي هو اكثر استهلاكاً لمولد الحموضة يليه النسيج العصبي فالعظمي . كما عرف ان العضو العامل يستهلك كبد اوفر من مولد الحموضة .



(شكل ٢٥٠)

تنفس الانسجة - تجربة بول بير

- ١ - زيتق ٢ - محلول الوتاس
- ٣ - قطعة عضلة

اما آلية المبادلات بين الدم والنسيج فتفسر ايضاً وفق قانوني

الحلول والانفصال .

فعند وصول الدم القانيء الى الشعريات حول النسيج المفتقرة الى مولد الحموضة المنحل في الصورة يتفكك حمض الحضاب محرراً الاكسجين ويصبح خضاباً مرجعاً بلون عاتم . فتستهلك النسيج مولد الحموضة مباشرة في حرق الغذاء وتنتج عن الاحتراق قدرة هامة تلزم للقيام بالافعال الحيوية جميعاً . كما ينتج غاز الكربون الذي تزداد كميته تدريجياً فيمر الى الدم وينحل في الصورة أولاً ثم يتحد مع الاملاح مشكلاً فحاحات وفصفو فحاحات الصوديوم كما قد يتحد مع الحضاب مشكلاً فحم الحضاب .

وهكذا ينحسر الدم في حذاء النسيج قسماً كبيراً من مولد الحموضة ويكتسب غاز الفحم فيعود الى القلب ثم الى الرئتين ليبدأ استدعاء جديد .

الاحتراقات التنفسية: نستنتج من كل ماسبق مايلي :

١ - لا يشترك الاآزوت في التنفس .

٢ - لا يتحول نفس الحجم من مولد الحموضة الى غاز الفحم فنحن نستنشق خمسة لترات من مولد الحموضة بينما زفر أربعة التار من غاز الفحم ، مع العلم ان تكوين لتر من غاز الفحم يحتاج الى لتر فقط من مولد الحموضة مما يدل ان قسماً من مولد الحموضة يستخدم لحرق عناصر اخرى غير الفحم ، والحقيقة ان في هواء الزفير كمية من بخار الماء تتجت ايضاً عن الاحتراقات التنفسية ، ونحن نطلق حوالي ٤٠٠ غ بخار ماء يومياً ، وينتج عن هذا الاحتراق كمية من الحرارة تكون منشأ للقدرة العضلية . كما تتشكل فضلات يلزم طرحها .

شدة التنفس : هي كمية مولد الحموضة المستنشقة او غاز الفحم المزفور خلال زمن معين . وتتغير هذه الكمية تبعاً لحالة الجسم فتزيد حين العمل العضلي خاصة ، كما تزيد عند الاطفال فينشط التنفس ليزيد الاحتراقات التي تموض للعافل ما ينحسر من حرارته بالاشعاع .

حاصل النسبة التنفسي : هو النسبة $\frac{CO_2}{O_2}$ ولا علاقة له بشدة التنفس بل يتأثر بنوع

المواد المحترقة في الخلايا حين التنفس ، فحين يقتصر الغذاء على ماءات الفحم تكون النسبة ١ حيث يستعمل مولد الحموضة لحرق الفحم فقط .

أما اذا كان الغذاء دسماً فالنسبة تهبط الى ٠.٧. وتصبح ٠.٨ في استهلاك الأحيات .
ذلك لان قسماً من مولد الخموضة يستعمل لحرق الهيدروجين واكسدة الآزوت .
دور الخماثر في التنفس : ان حادثات الاحتراق التي تتم بالتنفس ليست تفاعلات بسيطة
لانها تتم في البدن في درجة ٣٨° فقط بينما تحتاج نفس التفاعلات الى درجات أعلى بكثير لو
تمت خارج البدن . والحقيقة ان التفاعل الجمل التالي :



لا يمثل الا المرحلة البدائية والنهاية من سلسلة التفاعلات . اذ تدخل خمائر مؤكسدة
خاصة تحمل مولد الخموضة فتثبتته على المواد القابلة للتأكسد و تسهل بذلك حدوث التفاعلات
في درجة منخفضة .

وأخيراً فالتنفس الجلدي الذي تكون له أهمية كبيرة في بعض الحيوانات ، ضئيف
الشأن في الانسان بسبب ضآلة سطحه بالنسبة لسطح الرئتين فبيما تنشر الرئتان ٩٠٠ غ من
غاز الكربون يومياً ينشر الجلد تسعة غرامات فقط .

تنفس النباتات

تنفس النباتات كالحيوانات سواء كانت خضراء أم عديمة الخضور ؛ فهي تمتص
الاكسجين من الهواء وتطرح غاز بلاماء الفحم . ويحدث التنفس باستمرار اثناء
الليل والنهار .

١ - بيان الحادثة

يمكننا أن نوضح المبادلات الغازية التنفسية بسهولة بإجراء التجربة التالية :
نضع في قارورة من الزجاج أعضاء نباتية حية اما مجردة من الخضور (كتوبجيات
الازهار أو قطع من الجذر أو من البطاطا ، او فطور الخ) واما خضراء (على ان توضع في
الظلام أو تخدر) ، ثم لسد القارورة سداً محكماً ونتركها عدة ساعات . ويمكننا ان نبين
انها امتصت الاكسجين وطرحت غاز الكربون كما يلي :

أ - امتصاص الاكسجين : اذا ادخلنا في القارورة عودقاب مشتمل فانه ينطفئ ،

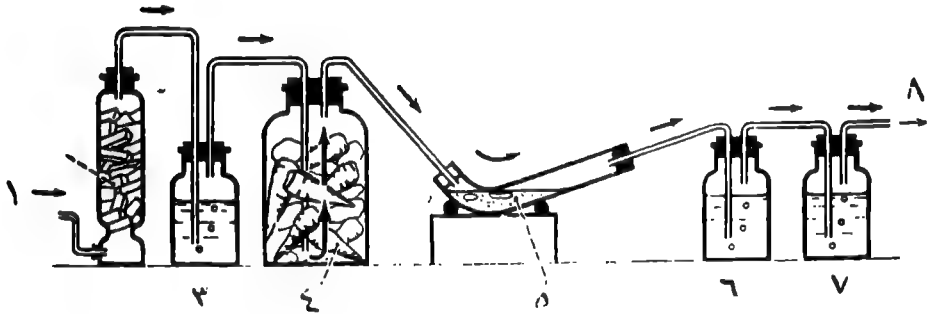
مما يدل على ان هذه الاعضاء النباتية قد امتصت اكسجين الهواء .

ب - طرح غاز الكربون : لنصب باعثناء قليلا من ماء الباريت (او ماء الكلس) داخل القارورة ، وعلى جدرانها فتراء قد تمكر . ذلك لانه قد كُشِل فيها كمية كبيرة من راسب فحات الباريوم (او الكلسيوم) الذي يكشف لنا طرح غاز الكربون من الاعضاء النباتية .

٢ - الشدة التنفسية

ان التجارب السابقة هي وصفية فقط ، ولا يمكنها ان تبين الحادثة التنفسية من الناحية الكمية (اي الشدة التنفسية) التي يمكن تقديرها بقياس كمية المبادلات الغازية التنفسية .
 أ - تعريف الشدة التنفسية : تقاس الشدة التنفسية بكمية الاكسجين التي يمتصها مقدار وحدة الوزن من النبات الجاف في وحدة الزمن ، او تقاس بكمية غاز الكربون المنطلقة منه .

ب - القياس : ويستعمل لذلك عدة طرق :

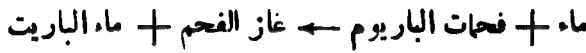


شكل (٢٥١) طريقة التيار الغازي المتواصل

١ - هواء ٢ - بوتاس ٣ - القارورة الاولى ق ٤ - جزر .
 ٥ - ماء الباريت ٦ - القارورة الثانية ق ٧ - القارورة الثالثة ق ٨ - مضخة .

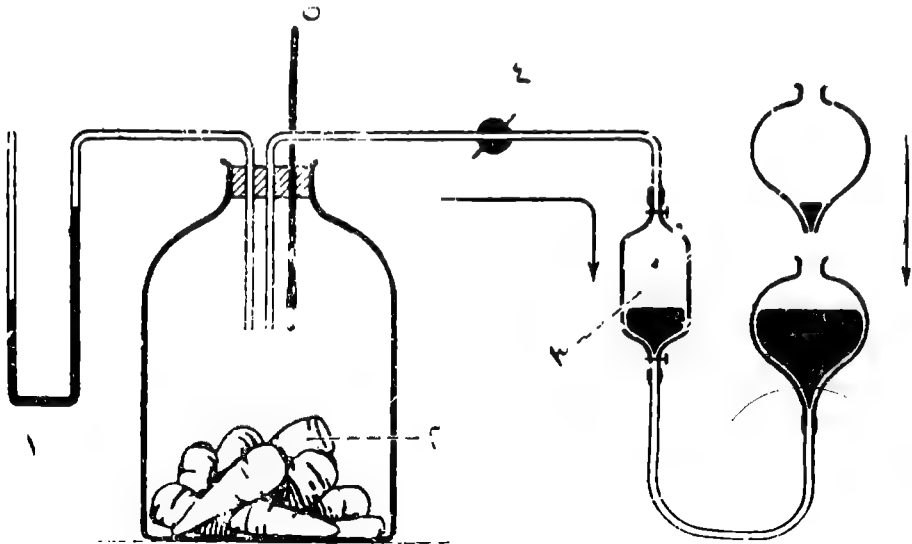
١ - طريقة التيار الغازي المتواصل : يوضع نبات او اعضاء نباتية ضمن قارورة (ويكون ذلك في الظلام اذا كان النبات اخضر) . وتجهز القارورة بمص مائي يستنشق الهواء منها فيسمح بمرور تيار متواصل في القارورة . ويجرد الهواء من غاز بلاماء الفحم قبل دخوله بامراره في انبوب يحتوي على بوتاس . اما الهواء الذي يخرج من القارورة

الحاوية على النبات ، فيمرر في انبوب طويل يحتوي على ماء البارييت المماير ، وفيه يتم اتحاد غاز بلاماء الفحم — الذي يطرحه النبات — مع البارييت فيتشكل راسب من فحات الباريوم حسب المعادلة :



وتنظم سرعة تيار الهواء بشكل يتمكن معه البوتاس من تجريد الهواء من كافة غاز بلاماء الفحم الموجود فيه قبل دخوله الى الفارورة — وبشكل تتوقف معه كمية CO_2 التي يطرحها النبات بكاملها بواسطة ماء البارييت الموجود في الانبوب الطويل . وللتأكد من خلو الهواء من غاز بلاماء الفحم تماماً ، نمرره في قوارير فاحصة (ق₁ ، ق₂ ، ق₃) تحتوي على ماء البارييت اذ يجب الا يتعكر ماء البارييت هذا بتأثير الهواء الذي يجتازه .

٢ — طريقة الهواء المحصور : اذا كان من محاسن الطريقة السابقة انها تحفظ النبات في شروطه الحيوية النظامية (ذلك لان الهواء يتجدد باستمرار) ، فانها لا تسمح الا بمعرفة كمية CO_2 المنطلقة . واما حجم الاكسجين المتص خلال نفس الوقت فيبقى مجهولاً .



(شكل ٢٥٢) طريقة الهواء المحصور

١ -- مقياس الضغط ٢ -- جزر ٣ -- هواء للفحص ٤ -- صنبور ٥ -- ميزان حرارة

أما طريقة الهواء المحصور ، فانها تساعد على قياس كامل المبادلات الغازية ، وسميت بذلك ، لان النبات يتنفس في مكان مغلق ذي حجم معلوم ، وخلال زمن معين ، بدون ان يتجدد الهواء .

ويحلل الهواء قبل بدء التجربة وبمدها بعمارة غاز بلاماء الفحم والاكسجين في ١٠٠ سم^٣ من الهواء ، تؤخذ من المكان المطلق المذكور الذي يتنفس ضمنه النبات ، بفضل جهاز اخذ الغاز الذي يتصل به ، فالنسب المثوية الناجمة تساعد على حساب كميات O_2 و CO_2 التي يحويها هذا الهواء في بداية التجربة وبمدها . والفرق الناتج يقيس المبادلات .

ويتم تحليل الغاز في الاوديوميتر Eudiomètre بواسطة البوتاس الذي يمتص غاز بلاماء الفحم باستمرار — وبواسطة بيروغاللات البوكاس او الفسفور التي تمتص الاكسجين .
ملاحظة : ان نتائج القياسات لا تكون صحيحة تماماً لان قسماً من الاكسجين وغاز بلاماء الفحم يندحلان في العصارة الخلوية — لذا يمد الى طريقة القياس في الخلاء ، فيوضع النبات في مكان مفرغ من الهواء قبل التجربة وبمدها ، فتنتطلق جميع الغازات المنحلة ، ويصبح القياس بعد ذلك مضبوطاً .

ج — تبدلات الشدة التنفسية : تتبدل الشدة التنفسية بتأثير عوامل عديدة نخص بالذكر منها مايلي :

١ - تأثير درجة الحرارة : تزداد الشدة التنفسية بازدياد درجة الحرارة ، فهي ضعيفة في درجة الصفر وتزداد حتى تبلغ حدها الاقصى في درجة (٤٥°) فقد تنضاعف قيمتها تقريباً بارتفاع قدره (١٠°) درجات . ثم تنخفض بسرعة حتى تنعدم بين الدرجتين (٥٠-٦٠°) بنتيجة تلف الهيولى وموتها .

٢ - تأثير العمر والدور الانباتي : ان للشدة التنفسية في النباتات السنوية حداً أقصى في دورين : أحدهما في زمن انتاش البذرة ، والثاني ابان الازهار . أما في النباتات المعمرة كالاشجار مثلاً ، فيكون للشدة التنفسية أيضاً حدان اقصىان في كل سنة : الأول في زمن تفتح البزاعم والثاني وقت الازهار .

ومن هنا نرى ان الشدة التنفسية ترتفع خلال الادوار النشيطة من حياة النبات ، لازدياد شدة الاحتراقات وزيادة كبرى في النبات .

« وعندما يخضع النبات للجفاف ، فإن الشدة التنفسية ، تنقص بصورة محسوسة . وكذلك فإن الشدة التنفسية في البذور الناضجة لاتذكر ، لأنها فقدت كثيراً من مائها بصورة طبيعية » .

٣ - حاصل القسمة التنفسي = ح . ت .

ان حاصل القسمة التنفسي هو نسبة حجم غاز بلا ماء الفحم الذي بطرحه نبات ما الى حجم مولد الخوض الذي يمتصه خلال فترة معينة من الزمن ($\text{ح} = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$) كما هو الحال في الحيوانات .

وتطلق قيمة حاصل القسمة التنفسي بطبيعة المواد التي يتم احتراقها في الخلايا النباتية (التأكسيدات الخلوية) . وفي الحقيقة ليست المبادلات الغازية التي تميز التنفس الا الظواهر الخارجية لأفعال الاحتراق التي تجري باستمرار في جميع الخلايا النباتية الحية .

فاذا كانت المادة المحترقة (المؤكسدة) من السكريات فحاصل القسمة التنفسي يساوي الواحد . واذا كانت من الشحوم يكون (٠.٧) واما اذا كانت البروتينات فيساوي (٠.٨) . وبصورة عامة يكون حاصل القسمة في الانسجة النباتية قريباً من الواحد ، مما يدل على ان مادة الاحتراق التنفسي هي بصورة اساسية من طبيعة سكرية .

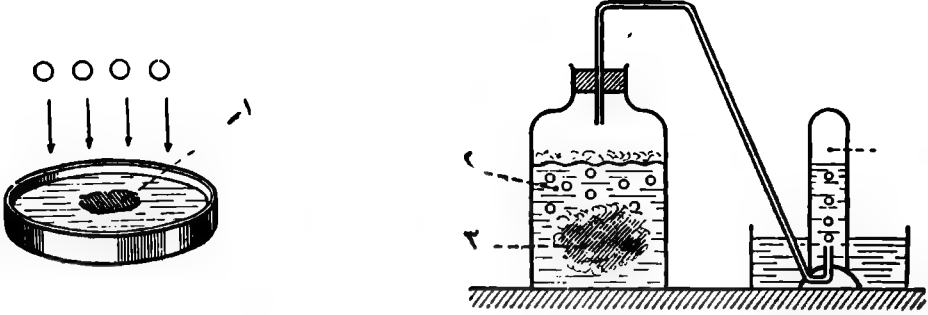
الا ان حاصل القسمة التنفسي في البذور الزيتية يساوي ٠.٧ عندما تنش لانها تستعمل في التنفس المدخرات الشحمية التي تحويها . واما احتراق البروتينات في التنفس فهو غير نظامي ، لانه لا يحدث الا عندما يتجرد النبات برمته من السكريات (كما يحدث لنبات اخضر اذا بقي عدة ايام في الظلام مثلاً) .

مقاومة الاختناق

التخمير الكحولي

عندما يوضع نبات في وسط خالٍ من لاكسيجين ، فانه لا يموت حالاً فيما اذا توفرت السكريات في هذا الوسط - فهو يحلل هذه المواد بعملية التخمير ، ويستدرك القدرة التي يحتاج اليها من التفاعلات الناشئة للحرارة الناتجة عن هذا التحليل .

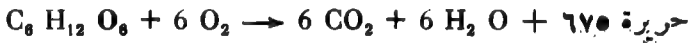
٢ - تنفس وتخمير خميرة الجعة (البيرة) :



(شكل ٢٥٣)

(الى اليسار) : تنفس خميرة الجعة : ١ - خميرة الجعة في حالة النمو على سطح من الفلوكوز
(الى اليمين) : ٢ - محلول الفلوكوز ، ٣ - خميرة الجعة ، ٤ - CO_2 .

١ - التجربة الاولى : تزرع خميرة الجعة (وهي فطر مجهري) على سطح محلول من سكر العنب بهاس مع الهواء فتتكاثر الخميرة بنشاط وتنفس بصورة نظامية ، وهذا يعني انها تؤكسد سكر العنب الذي تأخذه من الوسط الموجودة فيه باكسجين الهواء .

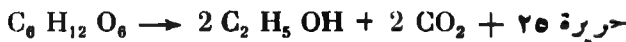


ويدعى هذا النمط من الحياة الذي يتميز بتنفس نظامي «الحياة الهوائية» *Aérobiose* وهو نمط الحياة المادية لاغلب النباتات .

٢ - التجربة الثانية : اذا غمرنا الخميرة داخل محلول سكر العنب في وعاء مطلق ، فلا يحدث التنفس ، ومع ذلك فان الخميرة لاتموت ، ولكنها تتكاثر ببطء .

ونلاحظ ان غاز بلا ماء الفحيم ينتشر بفزارة من المحلول بينما يظهر الكحول الابطيلي في هذا المحلول ويزول سكر العنب .

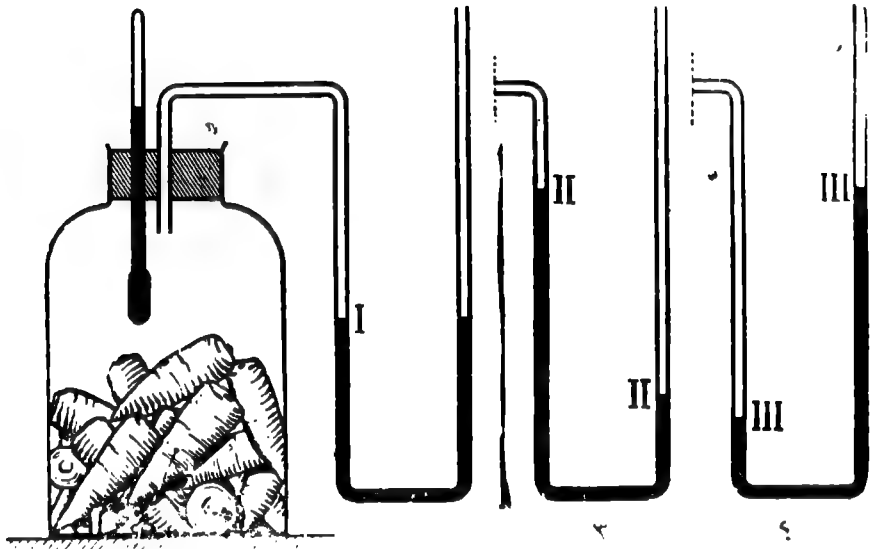
فخميرة الجعة عندما حرمت من الاكسجين حلت الفلوكوز وفق التفاعل الآتي :



ذلك هو التخمر الكحولي ، فتخريب الفلوكوز هنا ليس تاماً ، ولا ينتج عنه سوى (٢٥) حريرة ، فالتخمر الكحولي يميز الحياة اللاهوائية *Anaérobiose* « كحياة خميرة الجعة التي تكون بمزول الاكسجين » .

ب — التخمور في النباتات الراقية : وإن تكن النباتات الراقية اقل مقاومة للاختناق من الحماير ، فإنه من الممكن ان تطرأ عليها تفاسعات تخمرية حين تكون بمعزل عن الاكسجين .

تجربة : عملاً فارورة بجذور غنية بالسكريات (كالشوندر او الجزر) ونسدا القارورة بسدادة يمر منها مقياس ضغط .



(شكل ٢٥٤) اختبار الجزر

I — التجربة في بدئها II المرحلة التنفسية (انخفاض الضغط) III — الاختبار (ارتفاع الضغط)
١ — حرارة ثابتة ٢ — جزر ٣ — نفثس ٤ — اختبار

في بدء التجربة نلاحظ هبوط الضغط داخل القارورة ، نتيجة للتنفس وامتصاص الاكسجين الموجود فيها ، ذلك لأن معظم كمية غاز الالماء الفحم المنتشر قد بقيت منحلّة في المصارّة الفجوية ، ولم نستطع ان تعوض هذا الهبوط .

ثم يزداد الضغط في القارورة بصورة مستمرة لتراكم غاز بلاماء الفحم ، بعد ان يزول الاكسجين بكامله منها . وعندما تفتح القارورة تنتشر منها رائحة الكحول .

و خلاصة القول : ان الاعضاء النباتية في القارورة التي كانت بمعزل عن الاكسجين ، قد استمرت حياتها بتحويلها المادة السكرية الى كحول ، فيقال عندئذ بانها تخمرت .
(٤) العلوم الطبيعية (١٨)

قبوب الاثمار (فرط النضج) : ينجم قبوب الثمار عن تخمرها ، وذلك لان الاكسجين ينفذ بصعوبة إلى مركز الثمرة (الكثرى مثلا) فيبدأ التخمر في هذه المنطقة المركزية ، ويحصل نتيجة لذلك كحول واسترات تعطي للثمرة الناضجة رائحة زكية .

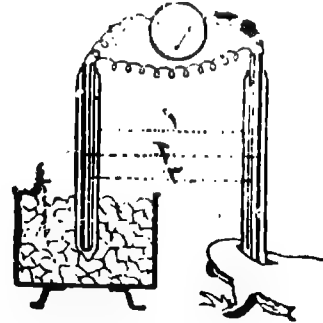
الحرارة الحيوانية

عرفنا ان كل خلية في الجسم هي مقر تفاعلات كيميائية ناشرة للحرارة ومولدة للطاقة. فتنشأ في الجسم هكذا حرارة تستقل عن درجة حرارة الوسط الخارجي تسمى الحرارة الحيوانية ، وهي ترتبط بالنشاط الحيوي للبدن . لذا فان جسم الثديي او الطائر يعود بعد الموت حيث يتوقف نشاطه الحيوي .

درجة الحرارة : تقاس درجة حرارة الاعضاء بمقياس حرارة -ساس يدرج بأعشار الدرجات . وان المزواج الحراري الكهربائي يسمح بمعرفة فروق في الدرجات من رتبة جزء من ألف من الدرجة . ويتألف هذا المزواج من سلكين معدنيين مختلفين كالحديد والنيكل يلتحم طرفاهما ويفمس احدهما للاتصاميين في الثلج ويوضع الاتصام الآخر على المضو المراد قياس درجة حرارته . فاذا اغلقت الدارة بسلك نحاسي متصل بمقياس غلفاني شديد الحساسية مر تيار كهربائي في الدارة تزداد شدته كلما كانت حرارة المضو عالية .

شكل (١٥٥)

قياس درجة حرارة عضو بواسطة مسبارين
-حراريين كهربائيين



- ١ - غمد من المطاط . ٢ - سلك من حديد
- ٣ - سلك من نحاس . ٤ - جليد بحالة الذوبان
- ٥ - مقياس غلفاني .

وقد دلت النتائج ان الحيوانات تترتب في قسمين كبيرين هما :

أ - الحيوانات ثابتة الحرارة : ولا تتأثر درجة حرارتها بالمحيط الخارجي وتسمى لذلك بذوات الدم الحار وتشمل الطيور والثدييات . وان درجة الحرارة الفريزية تختلف بكل نوع حيواني ، فهي في الانسان 37.0°C - 36.0°C لكنها لا تكون ثابتة تماماً ، اذ تحصل فيها تبدلات يومية متعلقة بالنشاط العضلي : فالتمارين الرياضية العنيفة والاعمال المجهدة ترفع درجة الحرارة درجة واحدة ، ويلاحظ ارتفاع الدرجة ايضاً في الساعة السادسة مساءً .

ب - الحيوانات متغيرة الحرارة : وترتبط درجة حرارتها بالوسط الخارجي وتسمى لذلك بذوات الدم البارد وتشمل الزواحف والضفادع والاسماك والافقرات وتكون درجة حرارة هذه الحيوانات أعلى بقليل من درجة حرارة الوسط الذي تعيش فيه .
كما دلت القياسات التي اجريت في مناطق مختلفة من جهاز الدوران والاعضاء على النتائج التالية :

١ - دم القلب الايسر ابرد من دم القلب الايمن ب 0.2 درجة وذلك نتيجة الاستبخار الرئوي .

٢ - حرارة الدم في الشرايين ثابتة ، وتبسط في محيط الجسم (شمريات الجلد) .
٣ - تزايد حرارة دم الوريد الاجوف السفلي من اسفل البطن حتى الحجاب الحاجز . ثم تثبت .

٤ - الكبد اسخن عضو في البدن تبلغ درجته 38.0°C نظراً لشدة الاحتراقات فيه .
٥ - تكون الحرارة المتوسطة متساوية في مختلف الانسجة تقريباً ما عدا نسيج المحيط ففيها تبسط قليلاً .

٦ - الاعضاء العاملة والنشيطة اسخن من الاعضاء المستريحة .
قياس كمية الحرارة المنتشرة : اذا اخضع حيوان الى حالة فيزيائية ثابتة (ثبات الوزن ودرجة الحرارة) فن السهل قياس كمية الحرارة التي ينشرها هذا الحيوان باعتبار ان كمية الحرارة المضافة تعادل في هذه الشروط كمية الحرارة المتولدة فيه .
اذ يخسر الحيوان حرارته بالاشعاع والنقل ، وبلاستبخار الرئوي والجلدي ، وبسحقين هواء الشهيق ولسحقين الاغذية الباردة ، وبطرح الفضلات أما

اكتساب الحرارة فيتم عن طريق امتصاص اغذية ساخنة أو حين يخضع الى حرارة محيطية مرتفعة جداً . وقد صنعت مسامر خاصة للأشخاص بشكل غرف معزولة في درجة حرارة ثابتة ومجهزة بكل الوسائل التي تسمح بقياس كمية الحرارة المنتشرة من الجسم خلال زمن معين . فسمر (اتواتر) يتألف من غرفة ذات جدران معزولة يحول فيها ماء بارد ضمن مشعة ذات اجنحة معدنية . ويستطيع الانسان ان يبقى في السمرة فترة من الزمن عاملاً او مستريحاً وتقاس مبادلاته التنفسية بتغيير الهواء الداخل والخارج وتقاس كمية الحرارة المنتشرة منه بمعرفة درجة الماء حين دخوله وخروجه ، كما تعين قيمة الاعمال التي ينجزها والاغذية التي يستهلكها . وتكون النتائج دقيقة اذا بقيت شروط الانسان (وزنه ودرجة حرارته) ثابتة في بدء التجربة ونهايتها .

وقد دلت النتائج على ان الانسان الكهل المستريح ينتج في يوم كامل من ٢٣٠٠ الى ٢٤٠٠ حريرة اذ ينحسر ١٧٠٠ حريرة بالاشعاع والنقل و ٥٠٠ حريرة بالاستبخار الجلدي والرئوي و ١٠٠ حريرة لتسخين هواء الشهيق .

منشأ الحرارة : تحترق السكريات والدهم في خلايا الجسم فتنحول الى غاز فحموماء . اما تخريب الأحيات فينتج بالإضافة الى ذلك مركبات آزوتية ، وتمكنت الطرق الكيميائية من معرفة ما تنتجه هذه الاحتراقات من حرارة . ففراغ واحد من السكريات يعطي ٤ حريرات وغرام من الدهم يعطي ٩ حريرات بينما يعطي غرام من الأحيات ٤ حريرات فقط .

مبدأ حفظ القدرة : يمكن بقياس كمية السكريات والدهم والأحيات التي يتناولها الجسم ثم بادخال حساب الفضلات المطروحة ، معرفة مجموع القدرة الكامنة التي تصل الى الجسم عن طريق هذه الاغذية . ويشبه الجسم آلة آخذة للقدرة الكامنة ومولدة للحرارة والعمل والكهرباء . واذا بقيت الحالة الفيزيائية ثابتة عند الانسان المستريح تنحول القدرة الآلية والكهربائية الى قدرة حرارية ، ولذا يمكن القول بأن الحيوانات هي محولات للطاقة .

« التنظيم الحراري »

تملك ذوات الدم الحار جملة منظمة حساسة تمكنها من إبقاء درجة حرارتها ثابتة ،

ومقاومة التغيرات الشديدة في حرارة الوسط الخارجي فمقابل الخسارة الدائمة للحرارة هناك توليد مستمر أيضاً ، بحيث تكافح هذه الجملة المنظمة ضد البرد والحر باستمرار .

١ - الكفاح ضد البرد : يتم بتنشيط التوليد ، وحفظ الحرارة من الضياع .

أ - تنشيط التوليد :

١ - تزداد الاحتراقات الداخلية ، وترتفع شدة التنفس في الوسط البارد .

٢ - تفضي زيادة الاحتراقات الى زيادة الراتب الغذائي للإنسان ، ويكون نصيبه من اللحم وافرأ في فصل البرد .

٣ - يظهر فعل البدن تجاه البرد بصورة خاصة في العضلات ، فالارتعاش هو احد استجابات العضلات للبرد وينشأ من تقلصات قصيرة جداً وذات تواتر سريع ، وتبدو هذه التقلصات بوضوح في عضلات الفكوك (اصطكاك الاسنان) ثم في مختلف انحاء الجسم (قشعريرة ، انفضاضات) وتكون جميعها غير ارادية .

٤ - يتناقص مولد سكر النوب حيث يتجمع في خلايا الجسم ليتم احتراقه بسرعة . ويفسر تأثير البرد على زيادة التوليد الحراري بزيادة الادره نالين الذي تفرزه الكظر بالاضافة الى فعل هرمون الدرقين الذي تفرزه الغدة الدرقية اذ لوحظ ان حقن الادره نالين في دم الانسان يرفع درجة حرارته بسرعة .

واخيراً فالقفز والركض والتارين العضلية قادرة على احداث الدفء موقئاً لكن مايقبها من تعب ينقص رد الفعل تجاه البرد .

ب - محفظ الحرارة : ١ - تشكل الفراء والرياش بفضل ما يتخللها من هواء طبقة عازلة هامة . وتبرد الحيوانات التي جرت اشعارها بسرعة كبيرة ففي اشد البرد تنصب الاشعار مستوعبة مقداراً اكبر من الهواء . كما تكون الفراء والرياش كثيفة وغزيرة في حيوانات المناطق الباردة كما تكون بيضاء ناصعة مما يخفف من انتشار الحرارة واشعاعها .

أما الانسان فيغطي جسمه بلباس تكسبه دفئاً بقدر ما تكون مادتها عازلة وطبقات الهواء بينها متعددة . اما الحيتان والخنازير والفقمه فهي قليلة الاشعار وتلعب فيها الطبقة الشحمية الكثيفة تحت الجلد دوراً عازلاً هاماً .

٢ — ويخسر الجسم حرارته بالاشعاع بصورة تناسب مع سعة سطحه لذا فالحيوانات تتكور بتأثير البرد وتغدو الطيور كروية تماماً كما يعلم الانسان اطرافه ، وتخسر الحيوانات الصغيرة الحرارة نسبياً أكثر من الحيوانات الكبيرة لأن نسبة السطح الى الحجم قليلة فيها . لذا يجب الانتباه الى تدفئة الصغار الرضع لحايتهم من البرد .

٣ — ينقص التمرق في الشتاء فتتقص بذلك كمية الحرارة المبذولة لتبخره .
ويفسر تأثير البرد على حفظ الحرارة بتضييق الشعريات الدموية المحيطة فيشحب الجلد وتهبط درجة الحرارة السطحية وتقل الخسارة بالاشعاع وتخف كمية الدم الوريدي العائد الى داخل البدن فلا يبرد الدم الباقى كثيراً . لكن هذا التنظيم الآلي موقت ويتوقف متى استطاع التنظيم الكيميائي ان يعادل الخسارة .

واقاومة البرد حدود ، فتى زادت حدود البرد عن قدرة الانسان على التحمل ، اصيب بمجمود وخدر وبطء في التنفس والدوران وقد تنتهي الاعراض بالموت .

٢ — الكفاح ضد الحر : ويقوم على زيادة الخسارة وتقليل التوليد .

أ — زيادة الخسارة : ١ — يكتسي الانسان في الفصل الحار ثياباً خفيفة فضفاضة يضاء ، مما يسمح بحركة الهواء وزيادة التمرق وانعكاس حرارة الشمس .

٢ — يسخن الجلد من ارتفاع حرارة المحيط فتتسع اقطار الاوعية الدموية المحيطة ويحمر الجلد ، ويضيق قسم كبير من الحرارة بالاشعاع والنقل .

٣ — كلما ارتفعت حرارة الجو ازداد التمرق زيادة مطردة ، ويمتنع العرق بتبخره حرارة كبيرة من الجلد فيبرد البدن وتظهر قيمة هذا العامل في الهواء الرطب فيصعب الكفاح كثيراً .

٤ — يزيد الاستبخار الرئوي فتتفع نسبة بخار الماء المتطرح في الزفير لأن الحرارة تسرع حركات التنفس ولهذا العامل أهمية خاصة عند الحيوانات قليلة التمرق كالكلاب ، إذ يرتفع قوادر الحركات التنفسية ارتفاعاً هائلاً ويبرد جسمه نتيجة الاستبخار الرئوي .

ب — تقليل التوليد : ١ — لوحظ ان الاحترافات تبطلو عند سكان المناطق الحارة وتكون أقل مما هي عند سكان المناطق الباردة .

٢ — ينقص الراتب الغذائي في الفصل الحار وتقل في هذا الراتب نسبة الدسم .

٣ - تقل النارين المضلية وحتى ان مقوية المضلات نفسها تتناقص .
وكذلك فلمقاومة الحر حدود تتعلق بموامل كثيرة منها رطوبة الجو وحالة التمرق الخ.

نتائج التنفس النباتي

ان التأكسيدات الخلووية (الاحتراقات) تفاعلات ناشرة للحرارة. وتكون القدرة التي تحررها ضرورية لفعالية الهيولى (لصيانة حركات الهيولى الدورانية مثلاً) . ومع ذلك فالقدرة المستخدمة على هذا المنوال ، والتي تكون ضرورية أيضاً ، لا تمثل إلا جزءاً ضئيلاً من القدرة الكلية التي تحررت بنتيجة التأكسيدات الخلووية . وتنطلق القدرة بكاملها تقريباً بشكل حراري .

الحرارة النباتية : يزداد انطلاق الحرارة المتواصل ، اثناء الازهار بصورة خاصة ووقت انتاش البذور ، كما يبين لنا الحوادث التالية :

١ - ازهار نبات اللوف (الآروم Arum)

وهو نبات يحمل ازهاراً مذكرة وازهاراً

مؤنثة تحمياقنا به عريضة تدعى الكفرى Spathe .

فأثناء نضج الازهار ، يسخن الهواء المحبوس في

الكفرى بصورة محسوسة ، فقد ترتفع درجة

الحرارة فيها من ٨ - ١٠ درجات عن درجة

حرارة الهواء الخارجي .

٢ - اذا وضعنا مقياس حرارة في إناء

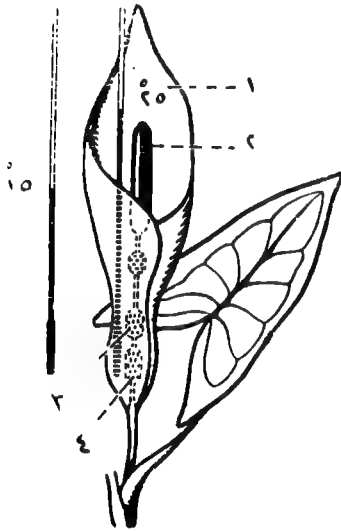
يحتوي على بذور في حالة الانتاش ، نلاحظ أنه

يشير الى ارتفاع درجة الحرارة بالنسبة لمقياس

آخر مغمور في إناء شاهد يحتوي على بذور عاطلة،

مخدرة بالكوروفورم . ويتراوح ارتفاع

الحرارة هذا بين ٥° - ١٠° درجات :



(شكل ٢٥٦)

انطلاق الحرارة في ازهار زهرة اللوف

١ - كفرى . ٢ - مراوة

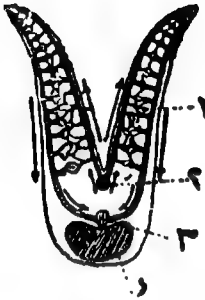
٣ ازهار مذكرة . ٤ - ازهار مؤنثة

ويوافق هذان الحدان الاقصيان للحرارة النباتية ، الحدين الاقصيين للشدة التنفسية .

(جهاز التنفس في الفقاريات)

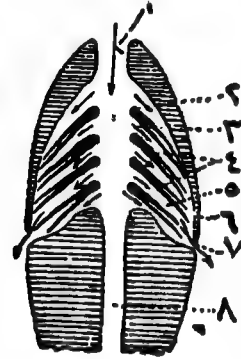
١ - جهاز التنفس في الاسماك : تتنفس الاسماك فتمتص مولا الحوضه المنحل في الماء

وتطرح غاز الفحم ويتألف جهازها التنفسي من الغلاصم .
تقع الغلاصم في أجواف خاصة على عيين ويسار الرأس تدعى الغرف الغلصمية التي تتصل من جهة بالفم وتنتفخ مباشرة على الوسط الخارجي بفوهات غلصمية تغطيها قطع عظمية تدعى الاغطية تفتح وتغلق بانتظام .



شكل (٢٥٨)

القوس الغلصمية وتحمل غلصمة مكونة من صفيحتين
١ - صفيحة غلصمية ٢ - الشريان الغلصمي
الوارد ٣ - الوريد الغلصمي الصادر
٤ - القوس الغلصمية .



شكل (٢٥٧) الغلاصم في السمك

١ الفم ٢ - قوس غلصمية ٣ - فوهة
غلصمية ٤ - غلاصم ٥ - غرفة غلصمية
٦ - غطاء الغلاصم ٧ - فوهة الغطاء
٨ - المريء .

فحين يرفع الغطاء لشاهد الغلاصم مؤلفة من صفيحات غشائية وريدية تستند على أربعة أزواج من الاقواس الغلصمية العظمية فتحمل كل قوس سلسلتين من هذه الصفيحات التي تتوزع فيها الاوعية الدموية الواردة والصادرة ، وتجري المبادلات الغازية بين الدم والماء عبر غشاء الغلاصم الرقيق . وهكذا يدخل الماء من الفم الى الغرف الغلصمية فيفمر الغلاصم وتم المبادلات التنفسية ثم يخرج من الفوهات الغلصمية الى الوسط الخارجي . وينشأ من الممي الامامي رطب ظهري بشكل جيب غشائي يدعى الكيس السباحي يملؤه الهواء ويبقى متصلا مع المريء بقناة هوائية او يكون منفصلاً تماماً وتشكل على سطحه

الظاهر او الباطن شعريات دموية . ويلعب الكيس السباحي دوراً توازنياً طوعياً في الماء . كما ينطوي جداره في بعض الاسماك فيشكل اسنخاً ويأخذ بنية الرئة ويلعب حينئذ دورها كما في ذوات التنفسين . ولكن وجود هذا الكيس ليس عاماً فهناك انواعاً كثيرة من الاسماك ليس لها كيس سباحي .

٢ — جهاز التنفس في الضفادع : أ — للشرعيف تنفس غلصمي بواسطة غلاصم

خارجية خيطية ، ومع النمو تصبح الغلاصم داخلية ويسترها غطاء . ومع ذلك يبقى للضفدع المذنب (Protée) غلاصم خارجية طيلة حياته .



ب — للكهول تنفس رئوي إذ يكون للحيوان رئتان لها جدار املس تقريباً او يرسل حجياً داخلية تحدد ما يشبه الاسناخ . واما الحنجرة والرغامى فيكون لهما شيء من النمو في عديمت الذنب وعلى الخصوص في بعض الذكور التي تصبح فيها الحنجرة عضواً صوتياً . ويدخل الهواء بمحركات تشبه البلع لفقدان الاضلاع التامة ولا اتصال جوف الصدر بجوف البطن .

شكل (٢٥٩)

الشرعوف وغلاصمه الخارجية .

١ — غلاصم خارجية .

٢ — عين ٣ — فوهة انفية

٤ — فم .

اما التنفس الجلدي فله هنا اهمية رئيسية ، فالجلد غني بالأوعية الدموية . ويكفي ان يفقد الجلد بالجفاف قابلية نفوذه للغازات حتى يموت الضفدع مختنقاً . وقد بين احد المؤلفين بالتجربة ان احد الضفادع يستطيع العيش عدة اشهر محروماً رئته ومتنفساً بجلده فحسب .

٣ — جهاز التنفس في الزواحف : تشتمل المجاري الهوائية

على حنجرة غضروفية وعلى رغامى طويلة تتعظم بعض حلقاتها الغضروفية . وتنشعب الرغامى الى قصبتين تدخلان الرئتين وتفرعان فيها قليلاً او كثيراً . والرئتان غير متناظرتين في الحياة إذ تكون اليسرى على الدوام اصغر من اليمنى بكثير من اليمنى بكثير وحياناً تكاد تكون معدومة . اما في التماسيح فالرئتان اسفنجيتان ومقسومتان بحجب الى عدد كبير من الجيوب .



شكل (٢٦٠)

شكل - ٢٦٠ رئتان الثعبان ١ - رئتي سري خامرة ٢ - رئة يمين ثمانية ٣ - كيس هوائي .

٤ — جهاز التنفس في الطيور : تكون الحنجرة ضامرة وليس لها أي دور في

التصويت . واما الرغامى فطويلة وتدعمها حلقات غضروفية كاملة احياناً . وبشكل في تقطة لشعب الرغامى ولشكل القصبتين جهاز خاص يسمى عضو التفريد وينمو على الخصوص في الطيور المفردة حيث يتعد فيها كثيراً . اما الحجاب الحاجز فضاير بكاد لا يفصل الرئتين عن احشاء البطن ، ويتفرع قسم من القصبات حتى ينتهي الى الاسناخ . ويسير قسم آخر الى سطح الرئة حيث يتصل بفوهات خاصة مع اكياس هوائية تسمة هي : أربعة اكياس صدرية ، وكيسان بطنيان ، وكيسان رقبتيان وكيس متوسط مفرد يدعى الكيس تحت الترقوة . كما تتصل هذه الاكياس (عدا الصدرية) بأجواف تتخلل الاحشاء والمضلات وأجواف العظام . ويعتبر للاكياس الهوائية دور هام في التهوية الرئوية كما افترض لها دور مبرد بالإضافة الى تخفيف وزن الطائر .

• — جهاز التنفس في الثدييات : تتنفس سائر الثدييات حتى المائية منها برئتين . لذا

تظهر الثدييات المائية كالقنطرة والحوت على سطح الماء بين حين وآخر لتنفس الهواء . وهي تمكث مدة كافية تحت الماء (٢٠ دقيقة) بفضل شعرياتها الدموية الكثيرة التي تحتزن كميات وافرة من مولد الحموضة .



افراز الفضلات

تنولد من احتراق الاغذية في الخلايا حرارة وقدرة ، وبقى بمد الاحتراق فضلات يتحتم اخراجها لانها سامة في اكثر الحالات . ونسمي اخراج هذه الفضلات الضارة الافراغ Elimination والفضلات غازية ككبريتاء الماء الفحم ، تطرح بالرئتين وسائله تطرح بشكل بول وعرق وصفراء بواسطة الكليتين والفرد العرقية والكبد.

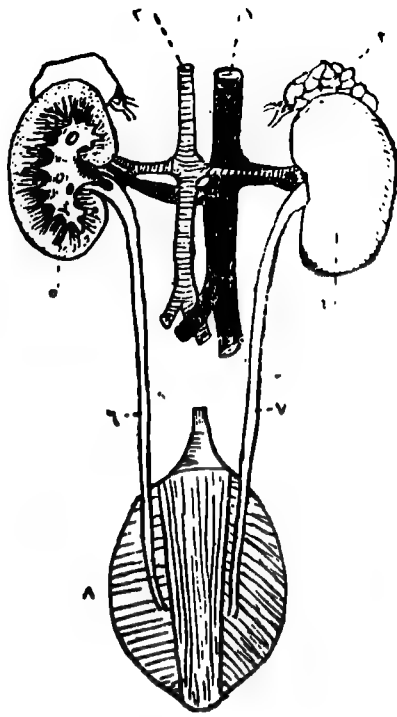
افراز البول

يفرز البول ويطرح بواسطة جهاز خاص يدعى جهاز البول

جهاز البول

يشتمل جهاز البول على عضوين مفرزين غديين هما الكيتان وتتصل كل كلية بقناة مفرغة تدعى الحويضة ثم تضيق فيسمى القسم الضيق منها الحالب . ويصب الحالب في قاعدة عضو عضلي غشائي يجمع فيه البول يدعى المثانة وتتفرغ المثانة الى الخارج بواسطة قناة تدعى الاحليل .

الكليتان : هما عضوان غديان لكل منهما شكل حبة فاصولياء ، يقمان تحت الحجاب الحاجز الى جانب العمود الفقري على ارتفاع الفقرة الظهرية الاخيرة والفقرة القطنية الاولى تقريباً . لونها خمرى مسمر . وتزن كل كلية منها ١٥٠ — ١٧٠ غراماً . وتتمورريقة الباريطون الجدارية أمامها بدون ان تغلفها لذا تجري العمليات الجراحية عليها من الظهر بدون شق البطن . والكلى اليمنى احط من الكلية اليسرى بقليل لان فص الكبداييمن يدفعها قليلا الى الاسفل . ومسكن كل كلية في مسكن ليفي يحيط بها يدعى مسكن الكلية . والحافة الانسية من الكليتين مقعرة في وسطها ثلمة كبيرة تدعى النقرة (السرة) يخرج منها الحالب والوريد الكلوي ويدخل منها الشريان الكلوي . وتساعد هذه الاوعية على تثبيت الكلية في مكانها . وتشاهد على قطب الكلية العلوي غدة صماء تدعى الكظر (محفظة فوق الكلية) تركز عليه كالقبة .



(شكل ٢٦١)

- ١ - الوريد الاجوف ٢ - الوتين
- البطني ٣ - الكظر ٤ - الكلية ٥ - كلية
- مقطوعة قطعاً قائماً ٦ و ٧ - الحالبان
- ٨ - المثانة (وجهها الخلفي)

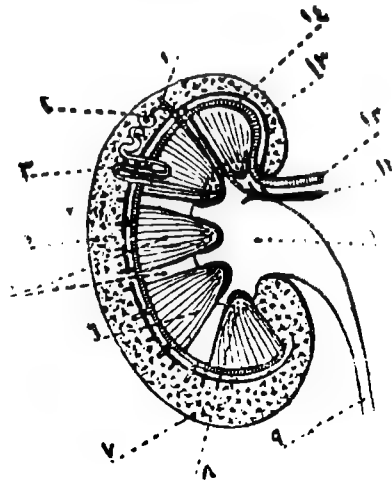
(شكل ٢٦٢) الدوران في الكلية

- ١ - شريان شعاعي ٢ - كبة مالبكي ٣ -
- انيوب بولي ٤ - المنطقة القشرية ٥ - المنطقة
- الحنية ٦ - هرم مالبكي ٧ - محفظة ضامة
- ٨ - حليلة ٩ - حالب ١٠ - حويضة
- ١١ - وريد كلوي ١٢ - شريان كلوي
- ١٣ - القوس الوريدية ١٤ - القوس الشريانية

بنية الكلية العامة : تجربة : لنقطع كلية قطعاً قائماً ماراً بحافتها الهدبة ونقيرها ، فنشاهد محفظة ليفية تحيط بنسيج الكلية الذي يتألف من منطقتين : منطقة قشرية حبيبية مكونة من اجتماع نقاط حمراء تدعى كبات (كتلات) مالبكي ، ومنطقة نحية النسي ، حمراء ومخططة خطوطاً شعاعية وتنقسم هذه المنطقة الى اقسام هرمية قاعدتها في المحيط وذروتها نحو المركز تدعى اهرامات مالبكي ، يبلغ عددها ١٠-١٢ هرمًا ، وتسمى ذراها الحلقات . ونشاهد في كل ذروة من ذرى الاهرامات ١٠-٢٠ ثقباً تدعى المسام البولية تنفتح على جوف غشائي يتوسط الحلقات يدعى الحويضة Bassinet . وتهادي الحويضة بالحالب .

الدوران الكلوي : يتفرع الشريان الكلوي

في النقيير (السرة) الى فروع تتوزع بين



٢ - تنادى الحبابة مشكلة انبوباً عريضاً متعرجاً يليه انبوب بشكل حرف u ينزل في المنطقة الخفية ثم يصعد عائداً الى المنطقة القشرية وشعبته الصاعدة أوسع من الشعبة النازلة.

٣ - قناة متعرجة قصيرة جداً تدعى القطعة الواصلة تقع في المنطقة القشرية ايضاً .

٤ - انبوب مستقيم شعاعي يدعى قناة بليني ينصب فيه عدد من الانابيب البولية فيجمع البول منها ويسوقه الى الحويضة . والانابيب البولية كثيرة جداً وقد قدر طولها فيما لو وصلت يعضها ٢٢ كيلو متراً . وتكون انابيب بليني وعري هائلة ، المنطقة الخفية بينما تكون الانابيب المترجعة ومحافظ بومان والكبات المنطقة القشرية .

وتتألف جدران الانابيب البولية من طبقة واحدة من الخلايا البشيرية التي يختلف شكلها بحسب المناطق فهي غدية ضخمة ذات هيولى حبيبية في الاقسام المتسعة من الانبوب (الشعبة الصاعدة من عروة هائلة والانبوب المترج) وهي مسطحة بسيطة ذات هيولى متجانسة في الاقسام الضيقة . وتمتص الخلايا الغدية عناصر البول من دم الشريكات التي تحيط بها .

الحويضة : هي جوف غشائي بشكل القمع يتجه قسمها المتسع نحو الكلية وقسمها الضيق يتأدى مع الحالب . وتسكن حصيات الكلية غالباً في الحويضة فتحدث قولنجات متناوبة .

طوق الافراغ : الحالبان - هما قناتان ضيقتان طولها ٢٥ سم ، تمتدان من الحويضة حتى المثانة وتحتوي جدرانها على عضلات دائرية وعضلات طولية .

المثانة - هي جوف غشائي عضلي كروي تقريباً يجتمع فيه البول ثم يندفع منه الى الخارج بواسطة الاحليل . وتقع المثانة في اسفل الحوض وراء العانة ، وتتألف جدرانها من نسيج ضام فيه عدد كبير من الالياف العضلية الملس التي تتمدد فتساعد على توسيع المثانة ، ويطن جوف المثانة غشاء مخاطي مطبق كتم ويصب الحالبان مائلين في قعر المثانة بصورة لا يتمكن مما البول ، عند تقلص المثانة من العودة اليها وتخرج من المثانة قناة الاحليل وهي مجهزة في عنق المثانة بمصرة التي لا تفتح الا حين الحاجة .

وهكذا ينصب البول قطرة قطرة في المثانة التي تتسع تدريجياً كلما تراكم البول فيها ،
ومضى امتلات تنبث وانفتحت مصرتها وتقلصت عضلاتها ، وطرح البول من الاحليل .

فيزيولوجيا افراز البول و افرازه

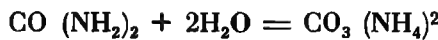
البول : هو الواسطة التي يتخلص بها الجسم من فضلاته الآزوتية ومن القسم الاكبر من فضلاته الملحية وهو سائل اصفر كهربائي رائحته خاصة ، طعمه ملح ، كثافته ١.٠٢ و تفاعله حامض خفيف ويكون التفاعل حامضاً واضحاً في الاحمين وقلوياً في النباتيين وتقدر كمية البول التي يطرحها الانسان وسطياً في اربع وعشرين ساعة بـ ١٢٠٠-١٥٠٠ غ وتبدل هذه الكمية عوامل كثيرة وينقصها العرق .

تركيب البول : يحتوي اللتر الواحد من البول وسطياً على ٩٥٠ غراماً ماء و ٢٠ غراماً ملاحاً معدنية وثلاثين غراماً مواد عضوية .

١ — الملاح المعدنية : تتألف من ١١ غ من كلور الصوديوم و ٣ غ من الكبريتات القلوية و ٣ غ من فوسفات الصوديوم الحامضة وفوسفات الكلس وتمتد الكلية اهم طريق ينطرح منها ملح الطعام واذا تراكم هذا الملح في البدن حدث الاستسقاء (ورم رخو) .

٣ — المواد العضوية : تتألف من البولة (٢٥ - ٣٠ غ في اللتر) ومن حامض البول (٥٠ غ) وبولات الصوديوم والكالسيوم (٥٠ غ) وحامض بول الخيل (وهو كثير في بول النباتيين) ومادة آزوتية (كره آتينين) ومن صباغ اصفر ينشأ من طرح الاصبغة الصفراوية يدعى صفراء البول .

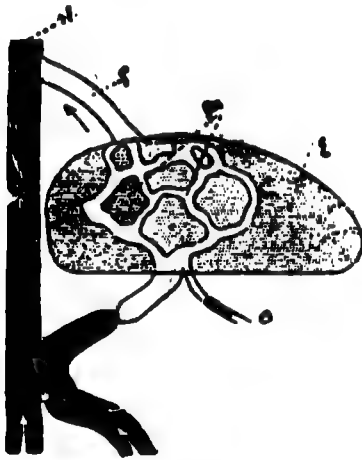
البولة : هي مادة عضوية رمزها $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ تنشأ من تخريب المواد الآحية .
وتسميه البولة متى ترك البول يماس الهواء مدة ، بفعل جرثوم خاص يدعى المكورة الدقيقة البولية (يوجد في الهواء بكثرة) فتتقلب الى فحات الامنيوم وفقاً للتفاعل الآتي :



ويسمى هذا الانقلاب الاختار الامونياكي . ثم تتحلل فحات الامونيوم بحرارة الجو الى بلا ماء فهم وامونياك ، لذلك تنتشر رائحة الامونياك الشديدة من البول الآخذ بالتفسخ .

منشأ البولة : لقد اعتبر تكوينها وظيفة من وظائف الكبد الاساسية وأثبتت هـ هذه الوظيفة بعدد من التجارب :

- أ — اذا استؤصل الكبد في حيوان نقصت كمية البولة في بوله .
 ب — يحتوي الدم في الاوردة فوق الكبد (الدم الصادر من الكبد) كمية من البولة اكبر من الكمية التي يحتويها دم وريد الباب (الدم الوارد الى الكبد) .
 ج — تجربة ناسورايك : يربط الشريان الكبدي ووريد الباب في كلب ثم يساق الدم من وريد الباب مباشرة الى الوريد الاجوف السفلي بدون ان يمر على الكبد ، بغاغة وريد الباب بالاوجوف السفلي فتعزل الكبد هكذا عن الدوران ويلاحظ نقص في كمية البولة في البول تقببه اضطرابات عصبية خطيرة يتلوها الموت . ويحدث الموت بالانسحاب ، لظهور المركبات الامونياكية السامة في الدم .
 وهكذا تحول املاح الامنيك السامة الناتجة من تحرب الاحيات الى بولة قليلة السمية لذا تعتبر وظيفة الكبد البولية في نفس الوقت وظيفة مضادة للسموم .
 حامض البول : وينشأ من تحرب المواد الهيولية النووية الموجودة في بعض الاعضاء



شكل (٢٦٤) ناسورايك

- ١ - الوريد الاجوف السفلي ٢ - الوريد
 فوق الكبد ٣ - الشرياني الكبدي
 ٤ - الكبد ٥ - الشريان الكبدي
 ٦ - وريد الباب .

كالكبد والغدة الصعترية (النيموس) . وكثيراً ما يترسب ، متى زادت كميته في البول ، في الطرق البولية فيكون بعض انواع الرمال والحصى الكلوية او الحصى المثانية . واذا زادت كميته في الدم ترسب في المفاصل ويكون مرضاً يعرف باسم النقرس .

صفراء البول : هي صبغ اصفر يشتق من ياقوت الصفراء ، الصباغ الصفراوي الذي تحوله جراثيم الامعاء ، فتمتص مع الكيلوس ثم تنطرح من الدم بالكليتين . واذا عرفنا ان ياقوت الصفراء نفسه ينشأ من تحرب خضاب الدم ادر كنا العلاقة بين صبغات اخلاط البدن الثلاثة : خضاب الدم وياقوت الصفراء وصفراء البول التي يشتق بعضها من بعض .

سمية البول : يموت الحيوان اذا استؤصلت كليته او ربط حالباه ، وينشأ من موته
التأثر (الانسحاب بالبوالة) Urémie ، اي من انجباس العناصر السامة التي كانت تنطرح
مع البول ، في الدم ويقتل ارنب وزنه كغ بمقن ١٠٠ سم^٣ من بول الانسان في وريده .
وتعزى سمية البول لا الى البوالة بل الى ملاح البوتاس والمواد الملونة .

عناصر البول المرضية : نذكر منها سكر العنب والآحين والحصىات او الرمال .
أ - سكر العنب (الفلوكوز) : متى اختلت وظيفة الكبد السكرية او متى اختل
استهلاك السكر في النسج لآفة في المشكلة ترا كم السكر في الدم والطرح مع البول ويسمى
ذلك الداء السكري (ديابيب) . ويكشف وجود السكر في البول بتشخين البول
السكري مع سائل فهلنك فيحدث واسب احمر أجري .

ب - الآحين : تفضي آفات الاناييب البولية الى مرور آحيات الدم منها الى البول
ويسمى ذلك البول الآحيني (داء الزلال) . ويكشف وجود هذه المادة في البول
بالتسخين وبحامض الخلد الثلاثي الكلور .

ج - الحصىات : قد تكون بولالية او حمضية او فصفائية وقد تكون مزيجاً من
الملاح الثلاثة .

افراز البول : توجد عناصر البول كلها في الدم وتفرزها الكليتان افرازاً ولا تصنها
صنعاً وقد اثبتت ذلك الوقائع التالية :

أ - اذا استؤصلت الكليتان او ربط الحالبان حدث الموت بالتأسر أي بتركم عناصر
البول في الدم .

ب - كمية البوالة في دم الوريد الكلوي اقل منها في الشريان الكلوي ويدل ذلك
على ان الكلية خلصت الدم الذي ورد اليها من قسم من بولته .

ج - يصنع القسم الاكبر من البوالة في الكبد ويصنع القسم الباقي في النسج ، فانها
تتراكم في النسج وفي الدم متى استؤصلت الكليتان .

فعناصر البول اذن فضلات تدفعها الاعضاء الى الدم وتفرزها منه الكليتان وتفرغها
طرق البول .

آلية الافراز : يمر الدم في الكلية بتأثير الانابيب البولية فتأخذ منه خلايا جدران الانابيب عناصر البول ، طرحتها في اللمعة حيث تختلط وتكون البول .
وليست اقسام الانابيب البولية كلها سواء في العمل بل لكل قسم من اقسامها وظيفة خاصة وتميز منها وظيفتان . وظيفة الكبيبات ووظيفة الانابيب :

١ - رشح مصورة الدم في الكبات :

يدل تحليل البول الراشح من الكبات على أنه يتألف من نفس مركبات مصورة الدم عدا البروتينات . فالكبة اذن نفوذة للماء والاملاح المعدنية والبولة وحمض البول وسكر العنب التي تنفذ من الكبة الى محفظة بومان .

٢ - الارشاف الانتقائي لبعض المواد في الانابيب المتفرجة وفي عروة هائلة :
في تماس الخلايا المفرزة في الاقسام المتسعة من الانابيب البولية (الانبوب المتعرج ، الشعبة الصاعدة من عروة هائلة) يعود الماء والمواد ذات العتبة من جديد الى الدم .
وهذا الارشاف يكون كاملاً بالنسبة لسكر العنب وجزئياً بالنسبة لكحول الصوديوم وذلك تبعاً لحد العتبة الكلوية .

دور الجملة العصبية في افراز البول : لم تعين اعصاب مفرزة خاصة بالكيتين بل تشارك الجملة العصبية المحيطية في افراز البول بصورة غير مباشرة ، بواسطة الاعصاب المحركة للاوعية ، التي تؤثر في قطر الاوعية فتزيد في ضغط الدم (بتضييق القطر) او تنقصه (بتوسيعه) مبدلة بذلك كمية البول المفرزة . وقد وجد في قاع البطين الرابع مركز يحدث فيه بوالا (بولا غزيراً) تتصف بعض المواد اذا شربت مناطقها الشاي والقهوة (كافه ثين) وشرش النجيل ونواحي الذرة ومعاليق (اذئاب) الكرز والخ .
بصفات مدرة تزيد في كمية البول .

افراز البول : تجمع البول قنوات بليني وتسوقه الى الحويضة ثم يسوقه الحالبان الى المثانة حيث ينصب قطرة قطرة . فتمتلئ المثانة وتتسع تدريجياً ويفلق ضغط البول على جدرانها ، متى امتلأت فوهي الحالبين . وتتفرغ المثانة بالانعكاس متى بلغت كمية البول فيها وسطياً ٥٠٠ - ٦٠٠ سم^٣ فتقلص عضلات جدرانها الملص كما تقلص عضلات جدار

البطن التي تجاورها . وتندفع بعض القطرات الى الاحليل وتنبه حس الحاجة الى البول فتنتفح المصرة الاحليلية ويسيل البول من الاحليل . وتقاوم هذه المصرة الى حد ما انقراغ البول لتقلصها بتأثير الارادة ، ولكن تقلصات المثانة تغلبها على امرها متى اشتدت . وللبول مركز عصبي في الناحية القطنية العجزية من النخاع الشوكي .

شأن البول في البدن : يتخلص البدن بواسطة البول من فضلاته الضارة او السامة ومن ذيفانات الجراثيم احيانا . كما ينظم ضغط الدم ويسهر على حفظ تركيبه الكيميائي من التبدل اي يحمل تركيبه الكيميائي ثابتا .

ابراز العرق

ينطرح قسم من الفضلات بواسطة الغدد العرقية التي تفرز العرق في ادمة الجلد .
الغدد العرقية : تتألف كل غدة عرقية من انبوب مفرغ بسيط متعرج يصل سطح الجلد بالادمة . ويتصل هذا الانبوب في الادمة بأنبوب ملتف على نفسه يدعى الكبة . وتتألف جدران الانبوب المفرغ من طبقتين من الخلايا بينما تتألف جدران الانبوب الملتف (الكبة) من طبقة خلوية واحدة خلاياها مفرزة تفرز العرق وتفرغه في الانبوب المفرغ وتنتفح الانابيب المفرغة على سطح الجلد بفوهات دقيقة تدعى المسام تبلغ المليون عدداً (بعدد الغدد) وتتوزع الغدد العرقية في الجلد بصورة غير متساوية فهي كثيرة في الجبهة والصين (الابط) واخص القدم وراحة اليد حيث يعد منها ٣٠٠ في السانتمتر المربع .

العرق : العرق سائل رائق لالون له رائحته كريهة طعمه ملح وتفاعله حامض خفيف . اما تركيبه فيشبه تركيب البول ولكن مائه اكثر لذا يعتبر بولا ممدداً وفيه حموض دسمة طيارة ودسم واملاح : كلورور وكبريتات وفوسفات .

وتراوح كمية العرق في ٢٤ ساعة بين ٦٠٠ — ١٠٠٠ غرام اي ٢٠-٤٠ غراماً في الساعة وتبدل هذه الكمية عوامل كثيرة منها الحرارة ، والشرب ، ونشاط الكلية او كسلها ، والتمرين العنيفة . وافراز العرق مستمر ولكننا لانشعر به الا متى كث غزيراً . آلية افراز العرق : تؤثر الجملة العصبية في افراز العرق تأثيراً يينا اذ نشاهد غالباً

أثناء التعرق نشاطاً في الدوران واحمراراً وحرارة في الجلد بيد ان العرق لا يقتضي حتماً توسعاً في الاوعية ونشاطاً في الدوران ، اذ يتفصد بتأثير الانفعالات والصدمات النفسية عرق غزير بارد تضيق معه اقطار الاوعية بدلاً من ان تتسع فيشحب الجلد . نستنتج من ذلك ان للعرق اعصاباً مفرزة خاصة تدعى الاعصاب المعركة اثبتت وجودها التجربة .

التعرق فمل انعكاسي يحدته تنبه الاعصاب الحسية في الجلد بالحرارة . والحرارة المنبهة خارجية كحرارة الجو او داخلية ، اذ ينبه ارتفاع درجة حرارة الدم غدود العرق تنبيهاً مباشراً فيحدث التعرق .

- وظائف العرق : أ — يخلص العرق البدن من الفضلات كالبول ، ولكن وظيفته هذه قليلة القيمة .
- ب — يلين العرق الجلد فيساعده على ضبط الاحساسات بدقة .
- ج — يعد العرق عاملاً اساسياً في تنظيم حرارة البدن اذ يمتص باستبخاره كمية كبيرة من حرارة الجلد .

ابراز الصفراء

تخرج الصفراء من الكبد بواسطة قناة تدعى القناة الكبدية ، ثم تجري في القناة الجامعة حتى تصل الى المفع فتصب فيه اثناء الهضم بواسطة مجل واطر مع عصارة المعشكلة (البانكرياس) وتخزن الصفراء في فترات الراحة في الحويصل الصفراوي ويطلق على القنوات التي تجري فيها الصفراء اسم المجاري الصفراوية .

وقد رأينا ان للصفراء تأثيراً هاضماً بيد انها تعتبر في الاصل وسيلة من وسائل طرح الفضلات لانها تحتوي على كثير من المواد الشديدة السمية كأصبغة الصفراء واملاحها التي تحدث ، متى انحبست في الدم ، اصفراراً في الجلد واعراضاً سمية (اليرقان Ictère) .

استخراج الصفراء : تستخرج الصفراء من نواصير تفتح في مجاريها ، ويتم فتح الناسور بعملية جراحية فتصب الصفراء الى الخارج وتجمع .

افراز الصفراء وافراغها : تفرز الكبد الصفراء باستمرار ولكن انصبابها في المفع

متقطع فتراكم الصفراء بعد انتهاء الهضم في الحويصل الصفراوي ، ولا تنصب في المفعج الا حين يبدأ الهضم المعوي من جديد . ويتفرغ الحويصل الصفراوي في الامعاء بطريق القناة الجامعة بتأثير التنبيه الذي تحدثه ملامسة الكيموس لمخاطية المفعج ، وينقطع انصباب الصفراء بعد انتهاء الهضم بمشر دقائق تقريباً فلا نجد في الماء حين الصيام شيئاً منها .

تركيب الصفراء : الصفراء سائل لزج خائط مر الطعم قلوي التفاعل لونه اصفر ذهبي ينقلب الى اخضر بتمريضه الى الهواء ، ولا يتخثر بالحرارة . ويحتوي الليتر من الصفراء مواد منحلة ونذكر منها الملاح الصفراوية والاصبغة الصفراوية وشمع المرة (كوليسترو) ، وقليلاً من المواد المخاطية والصابون والدم . ونصادف في الصفراء أيضاً كلور الصوديوم وكلور الكالسيوم والماغنيزيوم واثراً من الحديد .

الملاح الصفراوية : اشهرها ملحان : غليكوكولات الصوديوم وطوروكولات الصوديوم وهي مركبات آزوتية سامة تنتج عن تفكك البروتينات .

الاصبغة الصفراوية : هي ياقوت الصفراء (البيليرويين) ذو اللون البرتقالي وزمرد الصفراء (البيلفردين) ذو اللون الاخضر ماينشأ من تحميص الصباغ السابق وتنتج الاصبغة من تفكك خضاب الدم .

شمع المرة (الكوليسترو) : هو مادة غولية كحولية مجردة من الآزوت تستخرجها الكبد من الدم لتطرحها مع الصفراء ، ويعتبرها البعض فضلة من فضلات النسيج العصبي ومتى زادت كمية شمع المرة في الدم ترسب في الطرق الصفراوية بشكل رمال او حصيات تحدث اذا تحركت لتنطرح ، قولنجات كبدية مؤلمة .

سمية الصفراء : لاتحدث الصفراء اذا اخذت بطريق الفم أي ازعاج بل تنشط على عمل الكبد وتصلح انبوب الهضم اما اذا حقنت في البدن حقناً ، في الوريد او تحت الجلد ، فانها تحدث انسهماً شديداً اشد من الانسمام بمحقن البول بتسع مرات .

الطرائع في الفقاريات

ان لجهاز الافراغ في الفقاريات تطوراً معقداً . فهو يتألف في الحالة الابتدائية من سلسلة قنيات متجزئة تنتهي كل منها في الداخل بصيوان مهذب ينفتح على الجوف العام ، كما تتصل

بأنبوب كلوي يتفرع عنه فرع جانبي يتسع طرفه النهائي ويشكل محفظة بومان التي تغلف كتلة وعائية تدعى كبة مالبيكي وتنصب كافة الانابيب الجبهة الواحدة على قناة طولية مشتركة هي الحالب الابتدائي الذي ينفتح على المقذرة .

وان تشكل الكليات لايم في آن واحد فهي تظهر بالتتابع من الامام الى الوراء . ويمكن من ناحية زمن ظهورها وصورة تشكلها ان نقسمها الى ثلاث مجموعات : الكليات الاولى : تكون قليلة العدد ولا تدوم الا في بعض الاسماك اما في عداها فيختفي بسرعة ،

ب - الكليات المتوسطة : وهي تظهر متأخرة عن الاولى زمنياً وتشكل في تقط اقرب الى المستوى المتوسط وهي تدوم طيلة الحياة في الاسماك وفي الضفادع . اما في الزواحف والطيور والثدييات فتظهر الكليات المتوسطة في الجنين وتشتغل كجهاز افراغ خلال الحياة الجنينية ، ولكن هذه الكلى تختفي وتستبدل بحملة الكلى النهائية .

ج - الكليات النهائية : وهي حملة كليات تبدلت ببدلاً كبيراً . فالتجزؤ يختفي من تكاثر الانابيب الكلوية تكاثراً سريعاً غير منتظم ثم تكثف هذه الانابيب متحدة بنسيج ضام ومشكلة في النهاية عضوين متكاملين هما الكليتان ويزول فرع الانبوب الكلوي ذو الصيوان ولا يبقى له نهاية سوى كبة مالبيكي . واخيراً فالكليتان تصبان في حالب نهائي يشكل بالتبرعم في القسم الخلفي من الحالب الابتدائي الذي لن يستخدم بعد ذلك للافراغ ولكنه يبقى مع ذلك مجرى تناسلياً .

هذا هو الترتيب العام لجهاز الافراغ في الفقاريات وندرس الآن بصورة مجملة جهاز الافراغ في كل صف من صفوف الفقاريات :

١ - الاسماك : الكليتان هما عضوان احمران يميلان للسمنة وينطبقان على العمود الفقاري وهما تتألفان من حملة قنيتا تصب كلهما في قناة طولية هي الحالب تنتهي الى الفوهة البولية الخارجية .

٢ - الضفادع : الكليتان هما عضوان احمران ظهريان ، والقسم الوظيفي فيها كما كان في الاسماك وهي كليات متوسطة . ويتفرغ البول بالحالبين اللذين ينتهيان الى المقذرة . أما

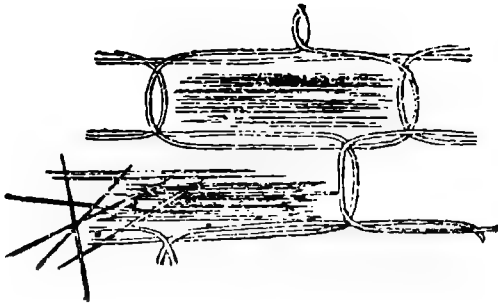
المثانة البولية فهي رطب بطني من المقدرة وليس لها علاقة مباشرة بالمجريين البولين .
٣ — الزواحف : الكليتان عضوان احمران ظهريان تقعان على جانبي العمود الفقاري والقسم الوظيفي فيها كما في بقية الفقاريات العليا هي كليتان نهائية . ويتفرغ البول بالحالبين اللذين يصبان منفصلين في الجزء النهائي المستقيم الذي يشكل المقدرة . واما المثانة البولية فموجودة في المظايا والسلاحف فقط وليس لها اتصال مباشر بالحالبين وتفتح على الوجه البطني من المقدرة .

٤ — الطيور : الكليتان متطاوالتان جداً ، ومفصصتان ، تتوضعان على جانبي العمود الفقاري وتحتويان كما في كلية الانسان على قنيتان تنتهي بمحافظ بومان المحيطة بكعب مالبيكي واما الحالبان فيفتحان على القسم النهائي من المستقيم الذي يشكل المقدرة . ولا توجد مثانة بولية . والبول مخزن جداً ويختلط بفضلات جهاز الهضم .
٥ — الثدييات : يشبه وضع جهاز البول وترقيبه ما ذكرناه في الانسان . ماعدا وحيدة الثقب حيث تشبه ما ذكرناه في الطيور .

طرح الفضلات النباتية

للنبات كما للحيوان فضلات ناتجة من نشاط الخلايا واحتراقات التنفس يتحتم طرحها لتتخلص الخلايا من تأثيرها الضار . بيد ان هذه الفضلات ماعدا بلاماء الكربون لا تنطرح مباشرة خارج جسم النبات بل تتراكم في نسيج يدعى النسيج المفرز .
مواد الاطراح : مواد الاطراح كثيرة لنصفها في زمرتين اساسيتين : مواد معدنية ومواد عضوية :

١ — المواد المعدنية : أ — حمضات الكالسيوم : وهي مادة سامة تنشأ من التنفس وتبدو في الخلايا بشكل بلورات ثمانية الوجوه ولصاف كثير في اللبلاط . وقد تجتمع البلورات ، الواحدة الى جوار الاخرى كأنها حزم الابر وتُشاهد بهذا الشكل في البصل .
ب — فحمات الكالسيوم : وتبدو في الخلايا بشكل كتل مبلورة محدبة تدعى الحويصلات المتحجرة Cystolithes .

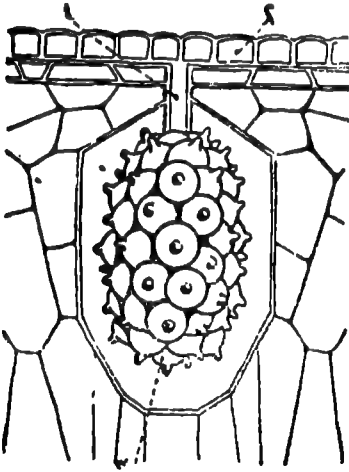


٢ - المواد المضبوطة وهي :

أ - المطور او الزيوت العطرية ونذكر
كأمثلة عليها عطر النعنع الذي يجتمع في
اهداب اوراق النعنع ، وعطر الورد
الذي يتراكم في بشرة قملات (تويحيات)
الورد ، وعطر الليمون الذي يجتمع

في جيوب مفرزة في قشر الثمرة وعطر
النباتات الخشبية (المظليات) الذي يجتمع في قنوات خاصة في السوق ، كما في البقدونس
او في الثمار الجافة كما في الياسون والكزبرة الخ ..

ب - المواد الراتنجية : وهي مركبات تنشأ من تحمض المطور وتكون في الغالب
ممزوجة مع المطور نفسها التي تحملها ، فتسمى حينئذ الزيوت الراتنجية العطرية كمطر
التربتي الذي تفرزه الصنوبريات والذي يتألف من مزيج التربين والوكوفان (مادة
راتنجية) وقد تخرج الراتنجيات مع الصمغ فتكون
الصمغ الراتنجية .



ج - اشباه السكاكر وهي تعطي بتأثير
الحوامض الممددة سكر عنب وجسم معتدل أو
حامض ، كالعفص مثلاً .

د - اشباه القلويات وهي مركبات آزوتية
تنحل في عصارة الخلايا وتفعل فعل الاساس القلوي
فيها ونذكر منها القهويين (الكافهئين) في القهوة ،
والمورفين في الحشيش المنوم ، والكينين في لحاء
الكينينا وقشرتها ، والنيكوتين في التبغ
والديجيتالين في حشيشة الكشتبان والستريكنين في
الجوز المقوي و .. الخ .

هـ - السوائل اللبنة وهي بيضاء تشبه اللبن وقد

شكل (٢٦٦)
حويصل متحجر من فمات الكلسيوم في
ورقة تبين ١ - عمود سلالوزي ٢ - بشرة
٣ - الحويصل المتحجر

تتلون احياناً بالاحمر ، وهي مستحلاتات لشاهد فيها حبات متطاولة من النشاء وقطيرات
دسم وسكاكر وعفص وخمار لذا اعتبرها بمض المؤلفين مدخرات غذائية . ولنذكر
ان بعضاً من هذه السوائل يستخرج ويستعمل في الصناعات استعمالات مفيدة جداً
كالعلاط الذي يعني من اشجار الهافيا والخ .. - ٢٩٦ -

الفرد الصم والحائات (الهرمونات)

الحائات هي مواد كيميائية ذات تأثير نوعي تفرزها الغدد الصم وتلقي بها الى الدوران لتقوم بتأثيراتها الخاصة في اعضاء معينة من الجسم . وتختلف الحائات عن بعضها كيميائياً فبعضها ذو طبيعة هيدروكسيلية يصعب معها استخلاصه بصورة قياسية مما يؤدي الى الوقوع في اخطاء كثيرة لدى تجري تأثيراتها تجريبياً . ومن الملاحظ ان الحائات تمتاز بظواهر الاوعية الشعرية لتصل الى الدوران فهي لذلك يجب ان تفرز بشكل يمكنها من هذا الاجتناب كأن تكون مرتبطة بمواد اخرى قابلة للنفوذ ، لان الهيدروكسيلات اطلاقاً غير حلولة (لا تمر بالحلول) والحائات بعد قيامها بتأثيرها يجب ان تطرح او ان يبتلع عملها (بالاكسدة غالباً) ويصعب كشف الحائات في المفرزات بسبب ضآلة كمياتها .

وظائف الحائات : تقوم الحائات بالمحافظة على الوسط الداخلي والنشاط الاعائني كما يتضح مما يلي :
تشرف الحائات على استقلاب الماء والاملاح المعدنية والمواد المتحللة بالكهرباء (المتحللات) وتعمل على تثبيت كمية السكر في الدم كما تشرف على سير النمو عامة وعلى نمو الاعضاء التناسلية والمظام خاصة . وتشرف ايضاً على الارتباط الموجود بين قسمي الجهاز العصبي الاعائني وعلى التوازن بين تأثيراتها وتأثيرات حائات الغدد الصم الاخرى .
وفي بعض الحالات بتناسب النشاط الافرازي مع نسبة تركيز الحائات في الدم فتتظم الغدد الصم هكذا كمية افرازها بنفسها .

ويشترط في الحائات ان تتمتع بالصفتين التاليتين .

أ - ان يؤدي فقدانها من الجسم (اثر مرض او استئصال جراحي) الى ظهور عوارض سريرية وفيزيولوجية معينة .

ب - ان يؤدي حقنها الى الجسم الذي فقدت منه الى زوال العوارض المذكورة .
تصنيف الحائات — يصعب تصنيف الحائات لشدة ارتباطها ببعضها وتصنف مع ذلك بصورة عامة بحسب تأثيراتها الوظيفية في الفئات التالية :

أ - الحاثات التي تؤثر في استقلال الماء والاملاح المعدنية السكريات كحاثات الغدد الدرقية ونظائرها وحاثات جزر لانغرهانس المشكلية وحاثات الغدة النخامية والغدة الكظرية .

ب - الحاثات التي تسيطر على نمو الاعضاء التناسلية ووظائفها كحاثات النخامة والكظرين .

ج - الحاثات التي تؤثر في النمو عامة وهي حاثات الدرق وحاثات نظائر الدرق التي تؤثر في نمو المظام بصورة خاصة .
ونذكر فيما يلي اهم الغدد الصم ومفرزاتها .

الغدة النخامية : هي غدة صغيرة وزن نصف غرام وتقع على الوجه العلوي للعظم الوتدي (السرج التركي) تظلفها الام الجافية وتتصل بأرض البطين الثالث الدماغى بواسطة سويق صغير . وتتألف الغدة النخامية من فصين اساسيين يختلفان عن بعضهما وظيفياً وتشريحياً .

١ - الفص الامامى او الفص الغدي : يبدو مجهرياً بشكل نسيج غدي يتألف من خلايا بشروية كبيرة تميز منها ثلاثة انواع تنظم في مجموعات مختلطة تروىها كمية كبيرة من الدم . وتدل تأثيرات خلاصات هذا الفص على وجود عدد من الحاثات فيه :
١ - حاثات تنشط النمو .

٢ - حاثات تؤثر في استقلال السكريات وهي الحاثات المولدة لداء السكر وهي تماكس تأثير الانسولين (مفرز المشكلة الداخلى) .

٣ - حاثات تؤثر في استقلال الدسم وهي الحاثات المولدة للخلون .

٤ - اربع حاثات تسيطر على تطور الغدد الصم الاخرى ووظائفها (الدرق وقشر الكظر والغدد الجنسية) .

٥ - حاثات مولدة للبن وتشرف على سير الارضاع ونمو الغدد اللبنية في الثدي .

القصور النخامى - ويتجلى بنقص افراز الحاثات النخامية . فاذا حدث هذا القصور اثناء الطفولة توقف نمو الصقل ونمو المناسل وظهرت الادمحة (قصر الطول مع بدانة

ظاهرة) ويبقى النشاط العقلي مع ذلك سليماً . واذا حدث القصور النخامي اثناء الكهولة (بسبب نخرات في الفص الامامي) ظهرت اعراض تؤلف بمجموعها داء سيموند الذي يتجلى بضمور الدرق والكظرين والمناسل مع غياب شعر البدن .

فرط النشاط النخامي وهو ازدياد في كمية الحاثات النخامية المفرزة ويحدث عادة بسبب تكون ورم غدي نخامي . فاذا حدث فرط النشاط هذا قبل البلوغ توافق بازدياد شديد في نمو الصقل يؤدي الى العملاقة . اما اذا حدث فرط بعد البلوغ فانه يؤدي الى ازدياد في نمو بعض المظام فقط (عظام الفك السفلي واليدن والقدمين) كما يؤدي الى انحناء في العمود الفقري . وتؤلف هذه الاعراض بمجموعها تناذراً خاصاً يعرف باسم ضخامة الاطراف .

ب — الفص الخلفي او الفص المصبي : وهو ينشأ من التواء في قاعدة البطين الثالث ويتغذى بكمية كبيرة من الدم تحملها اليه حمة شعرية . وتوحي التجارب والتأثيرات الدوائية لخلاصات الفص الخلفي بوجود ثلاث حاثات .

١ — حانة الوضع وتؤثر بصورة فعالة وسريعة في تقلصات عضلة الرحم ويبدو ان هذا التأثير يكون مباشرة على الالياف العضلية دون توسط الحمة المصيبة في ذلك .

٢ — حانة مضيقه للاوعية وتؤثر في الاوعية الشعرية اذ يبدو على الشخص اثر حقنه بها شعوب واضح يرافق بهبوط في التوتر الشرياني قلما يكون محسوساً . وربما كان لها بعض التأثير في تقلص العضلات الملساء .

٣ — حانة مضادة للادرار وتسبب زيادة في امتصاص انايبب الكلية للماء . يؤدي تلف الفص الخلفي الى بواله وعطش شديد وهما العارضان الرئيسيان في الداء المعروف بداء السكر الثفه الذي يشفى باعطاء خلاصات الفص الخلفي .

فتأثيرات الفص الخلفي اذن تكاد تنحصر في الاشراف على الوضع وعلى تنظيم كمية الماء في البدن بتأثيرها على عضلة الرحم وعلى قابلية الامتصاص في الايبب الكلوية .

الاند الكظرية او الكظران : وهما غدتان صغيرتان ويستقر كل منهما على قطب الكلية الموي . ويبدو الكظر عند قطعه مؤلفاً من منطقتين : الاولى ظاهرة لونها مائل للصفرة وتسمى قشر الكظر والثانية باطنة حمراء تسمى لب الكظر (فالكظر) اذن كالنفدة النخامية يتألف من قسمين مختلفان عن بعضها تشريحياً ووظيفياً .

أ — قشر الكظر : ويتألف نسيجياً من خلايا غدية مفرزة . وهو يشكل غدة قائمة

بذاتها ضرورية جداً لحياة الفرد . وقد أظهرت تأثيرات خلاصات قشر الكظر وجود عدة حاثات صنفت وظائفها في اربع فئات .

١ — الحاثات : التي تؤثر في الاستقلاب وخاصة في استقلاب السكريات وتبدو معاكسة للانسولين في التأثير .^٩

٢ — حاثات الماء والاملاح المعدنية : وتؤثر في استقلاب الكلور والصوديوم والبوتاسيوم فتحافظ على الاتزان بينها .

٣ — الحاثات الجنسية : وتسيطر على نمو الغدد الجنسية (المناسل) ووظائفها ويبدو لبعضها تأثير مذكروا لبعضها الآخر تأثير مؤثري على كل حال تخضع لسيطرة الغدد النخامية

٤ — ويبدو ان هناك حاثات تسيطر على توزيع الدم والصبغ الجلدي في البدن اذ يزداد هذا التوزع في قصور قشر الكظر بينما ينقص كثيراً في قصور النخامة (بسبب فقد السيطرة النخامية) .

قصور قشر الكظر : ويظهر غالباً اثر اصابة الغدة المذكورة بالسل (داء اديسون) ، ويتجلى باختلال في توازن الاملاح وفي الهضم (غثيان وقيء) وفي استقلاب السكر ، كما يتجلى بوهن عضلي وقص في الوزن وهبوط في التوتر الشرياني وازدياد في اصطبغ الجلد .

فرط نشاط قشر الكظر : ويمود غالباً الى تكون ورم غدي قشري يؤدي الى ازدياد في افراز الحاثات الجنسية لذا تظهر في النساء عوارض الذب الكظري (ظهور الاشعار في غير مكانها المعتاد) . اما في الاطفال فيحدث بلوغ مبسر (باكر) .

ب — لب الكظر : ويتألف من مجموعة من الخلايا الكثيرة الاضلاع تفرز حاثتين هامتين (الادرينالين والنورادرينالين) وتلقي بهما الى الجيوب الوريدية التي تكثُر في لب الكظر الادرينالين : تتمتع هذه الحاثتان بتأثيرين اساسيين :

١ — في العضلات الملس والعضلة القلبية : تتأثر العضلات الارادية من الادرينالين فتقبض الشريينات عامة وخاصة في الجلد والاحشاء ، اما في عضلات الصقل فتتسع الاوعية وينشط الدوران . كما وتتأثر من الادرينالين عضلة القلب والحزمة الناقلة فيه فتزداد ضرباته شدة وتواتراً ، ويرتفع التوتر الشرياني آنياً كنتيجة لهذه التأثيرات ، غير ان هذا الارتفاع يكون مؤقتاً . اما العضلات الملس الاخرى كالمضلات القصبية والمضلات المعوية فهي تسترخي وتنشط تقلصاتها . على عكس عضلات المصرة التي يشتد تقلصها . وكذلك تنقلص العضلات الشعاعية في قزحية العين ومصرة المثانة وألياف الطحال .

٢ — في استقلاب السكريات : يزداد بتأثير الادرينالين انحلال الغليقوجين وتحوله الى سكر عنب (غليقوز) في كل من الكبد والمضلات ، وتزداد بذلك نسبة السكر في الدم . فالادرينالين اذن يماكس الانسولين في التأثير .

النور ادرينالين : وهو الوسيط الكيميائي لنقل السيالة العصبية في الالياف المقترزة للادرينالين ، ويتحرر من نهايات هذه الالياف لدى تنبها . وهو أيضاً ينبه الأعصاب الجينية الابهرية فيبطيء القلب ، كما يحدث تقبضاً وعائياً طاماً وتوسعاً في الاوعية الكليلة في القلب . فتأثيراته الكلية على القلب اذن أقوى من تأثيرات الادرينالين . ويستعمل النور ادرينالين للسيطرة على التوتر الشرياني أثناء العمليات الجراحية اذ ليست له تأثيرات نفسية أو استقلالية .

فرط افراز الادرينالين : ويحدث بصورة مؤقتة اثناء الانفصالات النفسية كالفرح والظوف التي تؤدي الى تنبيه ودي لخلايا لب الكظر اما افراز الادرينالين في الحالات الطبيعية فلا زال موضع جدل .

نقص افراز الادرينالين : ويحدث بسبب تلف اصاب الخلايا اللبية كما يحدث في الحيوانات اثر تجربة استئصال لب الكظر . وقد لوحظ ان هذا الاستئصال وذلك التلف لا يؤديان الى عوارض ظاهرة مما يدعو الى التفكير بأن الجهاز الودي يكفي البدن حاجته من الادرينالين .

خلايا جزر لانقر هانس : وهي الخلايا التي تشاهد في المشكلة والتي تؤلف مجموعها غدة صماء مستقلة عن بقية المشكلة ويعرف من هذه الخلايا نوعان : الاول خلايا (آ) (الفا) والثاني خلايا (ب) (بيتا) ، والخلايا الاخيرة تفرز حائة خاصة هي الانسولين الذي ينظم استعمال السكريات في البدن اذ يساعد على استهلاك الغليقوز في الانسجـة وعلى تشكيل الغليقوجين في الكبد والمضلات كما ويوقف تشكل السكريات اعتباراً من الهيمولينيات .

نقص افراز الانسولين : ويكون بدرجات مختلفة الشدة وهو حالة مرضية خاصة تعرف بداء السكر الذي يتجلى بظهور السكر في البول وبمراض أساسية ثلاثة :
نهم (شدة الجوع) وسهاف (شدة العطش) وبواله (كثرة كمية البول) . يظهر

السكر في البول لازدياد كميته في الدم عن عتبة افراغه من الكلية (زيادة سكر الدم) .
ويحتاج طرح هذا الفائض من السكر الى كمية كبيرة من الماء تفسر كثرة البول وحاجة
المريض الشديدة الى الشرب . ويبدأ الكبد - بسبب عدم استطاعة الجسم الاستفادة من
السكريات الموجودة في الدم - بحل الفليقوجين المخزون فيه ثم لا يلبث أن يبدأ (بمد نفاذ
هذا المخزون) بتحويل الحموض الأمينية الى سكريات . فاذا لم يعالج المريض في الوقت
المناسب ، فقد قسماً كبيراً من وزنه بسرعة واضطرب استقلاب غذائه فتتشكل في بدنه
حموض عضوية لها تأثير سام يؤدي الى فقد الوعي (السبات السكري) .

فرط افراز الانسولين : يظهر عند ازدياد نشاط خلايا لانغرهانس أو عند اعطاء كميات
كبيرة من الانسولين ، وتختلف شدة الموارض الناجمة باختلاف هذه الكميات وذلك
النشاط . ويؤدي ازدياد الانسولين الى نقص كبير في كمية سكر الدم يتجلى بموارض قد

شكل (٢٦٧)



- ١ - فص الدرق الايمن - ٢ - فسه
- الايسر ٢ - برزخ الدرق ٣ - هرم
- لاويث ٤ - الرغامى ٥ - الوريد
- الاجوف العلوي ٦، ٦ - الجذعان
- الوريدان المضديان الرأسيان الايمن
- والايسر ٧، ٧ - الوريدان
- الوداجيان الباطنيان الايمن
- والايسر ٨، ٨ - السباتيان الاصليان
- الايمن والايسر ٩، ٩ - الشريانان
- الدريقيان العلويان ١٠ - الشريان
- الدريقي السفلي ١١ - غضروف
- الحنجرة الدريقي ١٢ - العظم اللامي .

تكون خطيرة (رجفان ووهن عضلي وتغرق وقلق نفسي) قد تؤدي في النهاية الى فقد الوعي .
ويشفى المريض بسرعة عند إطفائه قطعة من السكر ومن المهم ان نذكر ان نقص السكر
في الدم يؤدي بفعل انعكاسي الى تنبيه منطقة ما تحت السرير البصري (مراكز ودية)
وبالتالي الى افراز الادرينالين الذي يحث على حل التليقوجين من الكبد والمضلات ،
وبالعكس فان ازدياد سكر الدم قد يكون سبباً في تنبيه المهيم لحث افراز الانسولين .

الغدة الدرقية : وتقع في القسم السفلي من العنق وتتألف من فصين (اليمن وأيسر)
يستران جانبي الرغامى ومن برزخ في الامام يصل بينهما . وتتألف الغدة مجهرياً من حويصلات
تبطنها طبقة واحدة من خلايا بشرية مكعبة . وتمتلئ هذه الحويصلات بمادة غروية هلامية
لزجة لونها مائل الى الاصفر تحوي العنصر الفعال الذي تفرزه الخلايا المذكورة ، وهو مادة
كيميائية يودية تسمى التيروكسين . ويعتبر التيروكسين حائطة الغدة الدرقية ويكون في
الحويصلات بشكل متحد مع الكريون الدرقي ثم ينتقل الى الاوعية الدموية المجاورة .

وظائفها : تشرّف الغدة الدرقية على النشاط الاستقلابي في جميع الانسجة فننظم شدته
بحسب حاجة البدن . ويجب ان نلاحظ هنا ان للغدة المذكورة علاقات وثيقة مع الغدد الصم
الآخري ، اذ يبدو ان هنالك توافقاً بين عملها وبين افراز الادرينالين من لب الكظر ، بينما
يبدو التيروكسين متعاكساً مع الانسولين (يخلب ان يترافق داء السكر بازدياد في نشاط
الدرق) . اما تشخيص قصور الدرقي فيتم بحساب درجة الاستقلاب الاساسي .

تسيطر الغدة النخامية على افراز التيروكسين بواسطة حائطة خاصة تسمى التيروتروفين
وتفرز من الفص الامامي . اذ يؤدي استئصال هذا الفص الى ضمور الدرقي بينما يؤدي حقن
الحائطة المذكورة الى ازدياد ملموس في نشاط الغدة الدرقية يتجلى بازدياد في شدة الاستقلاب .

قصور الدرقي : وهو حالة ينقص فيها افراز التيروكسين بانخفاض في درجة
الاستقلاب الاساسي يتجلى ببطء في النبض والدوران وبهبوط في الحرارة . فاذا حدث
هذا القصور أثناء الطفولة (الكتم) توقف نمو المظام طولاً بصورة خاصة وتأخر التمثيل
والبلوغ ونمو الملكات العقلية . أما اذا حدث أثناء الكهولة ظهرت أعراض حالة خاصة
تسمى الوذمة المخاطية وتجلى بملظ الجلد وجفافه وسقوط أشعاره وينقص في الاستقلاب

ودرجة الحرارة والمملكات العقلية كما يتجلى بنقص في تواتر النبض الشرياني وفي القدرة على الكلام . وتشفى هذه الحالة سريعاً باعطاء التيروكسين أو خلاصات الغدة الدرقية .

فرط نشاط الدرق : يزداد في هذه الحالة افراز التيروكسين فتظهر عوارض مما كسـة
لذلك التي ذكرناها آنفاً : ازدياد في الاستقلاب يتجلى باسراع في ضربات القلب وحركات
التنفس وازدياد في استهلاك الاوكسجين واطراح بلاماء الفحـم والآزوت وفي نشاط
الجهاز الهضمي ، كما يتجلى بقلق نفسي عام . وهناك حالات من فرط النشاط الدرقـي
يظهر فيها بالاضافة الى الاعراض السابقة جحوظ في المينين بسبب اندفاع مقلة العين الى
الامام ، كما يظهر فيها رجفان في الاصابع وازدياد في سكر الدم (ينـدر حدوث يلة
سكرية) وتعالج هذه الحالة التي تسمى السلـمة الجحوظية باستئصال قسم من الدرق أو
باعطاء مادة الثيوراسيل . أما السلـمة البسيطة فهي حالة من ضخامة الدرق لاتتوافق بأي
عرض من أعراض القصور أو فرط النشاط ، وتنشأ غالباً بسبب نقص مادة اليود في
الغذاء لذا تعالج باعطاء الاملاح اليودية . وهناك ضخامات درقية مؤقتة تظهر أثناء البلوغ
والطمث والحمل أو أثناء أي اضطراب تناسلي .

نظائر الدرق : وهي زوجان من النديـدات ، واحدة في كل جانب ، تكاد تكون مدفونة
في القسم الخلفي من الغدة الدرقية ، وتتألف مجهرياً من خلايا تظهر بينها أوعية شعرية وجيوب
وريدة تحمل افرازها الى انحاء الجسم . وليست لنظائر الدرق أية علاقة وظيفية مع الغدة
الدرقية على الرغم من ارتباطها التشريحي معها . اما الحائة التي تفرزها فهي الباراتيرين
التي تؤثر بصورة خاصة على تنظيم Ca^{++}/P فتزيد في نشاطها الذي يتجلى بتحريك املاح
الكالسيوم من العظام ، لذا تزداد نسبة الكالسيوم في الدم ، فهي بذلك تعاكس الحيمين د
في التأثير . ويقوم التـمظم الطبيعي على اتزان بين تأثير هذا الحيمين وتأثير تلك الحائة .

قصورها : يظهر خاصة أثر التوسط الجراحي عليها أو على الغدة الدرقية ويؤدي الى نقص
شديد في نسبة شوارد الكالسيوم في الدم والى ارياد مقابل في نسبة املاح الفسفور غير العضوية ،
بينما ينقص في نفس الوقت اطراح كل من الكالسيوم والفسفور ، ويؤدي نقص شوارد الكالسيوم الى
ازدياد في قابلية التنبه في الاعصاب فتظهر تقلصات عضلية شديدة مؤلمة تعرف بالكزاز ،

وتقيب معظم هذه العوارض عند حقن املاح الكلس او حائمة نظائر الدرق او خلاصاتها .
فرط نشاطها : ويظهر غالباً اثر تكون ورم غدي فيها ، ويؤدي الى نقص في تكلس
 العظام التي تصبح هشّة مشوهة ممرضة للكسور العفوية كما يؤدي الى ازدياد في كلس
 الدم ونقص مقابل في الفسفور والى طرحها مع البول (غالباً تتشكل حصيات كلوية) .
الغد الغنسية او انتناسلية : وقد مر ذكرها مفصلاً عند البحث عن التكاثر في الانسان .
الكبد غدة صماء : تلقي الكبد بقية منتجاتها كسكر العنب والبوله وحامض البول
 والخ ... في الدم مباشرة وقد اعتبر عدد وظائفها هنا مساوياً لعدد المواد التي تصنعها :

أولاً : الوظيفة السكرية : وهي وظيفة تحفظ بها الكبد نسبة سكر العنب في الدم
 ثابتة بمقدار واحد في الالف فتتزع من سكر العنب الذي يراد اليها اثناء الهضم ويريد الباب
 ذرة ماء وقلبه ، الى مولد سكر (غليكوجين) تخزنه خلاياها حتى اذا شح السكر في
 الدم لاحتراقه في سبيل توليد القدرة والحرارة ولا تقطاع الوارد بين الطامعين امامه هذه
 الخلايا مولد السكر فحولته الى سكر واطلقته في الدوران ليسد مسد السكر المحترق
 فالكبد اذا :

أ — تحبس سكر العنب الوارد من الامعاء ، ان تلاحظ ان الدم في وريد الباب يحوي
 اثناء الامتصاص كمية كبيرة من سكر العنب بينما لا يحوي منه الدم في الاوردة فوق الكبد
 سوى الكمية النظامية أي ١ غ في اللتر .

ب — وتحول سكر العنب الى مولد سكر وهو مادة غير قابلة للتمثل تدخرها خلايا
 الكبد ويستطاع الحصول عليها بنزع كبد حيوان وغليها في ماء مضاف اليه حامض الخل
 لتخثير المواد الاحية ، ثم بترشيح الخلي ومعالجة الرشاحة بالفول ، فيرسب منها مولد
 السكر ويشبه رمز مولد السكر رمز النشاء $(C^6 H^{10} O^5)$ وينحل في الماء ويتلون
 بمحلول اليود اليودي ، بلون اسمر يزول بالنشيان . اما خواصه الاخرى فمماثلة لخواص
 النشاء تماماً لذا سماه البعض بالنشاء الحيواني .

ولندكر بهذه المناسبة انه كان يعتقد الى وقت قريب ان مولد السكر يتكون على
 وكس ما آت الفهم الممتصة بشكل سكر عنب . بيد أنه تبين اليوم ان مولد السكر يتكون

ايضاً على وكس المواد الآحية والمواد الدسمة ولم يثبت بعد تكونه على وكس المواد الاخرى.
ج — وتحول مولد السكر الى سكر عنب توصله الى الدم ليحل محل السكر المستهلك
وقد اثبتت هذه الخاصة بتجارب عديدة فذكر منها مايلي :

١ — اذا عايرنا كمية سكر العنب في دم وريد الباب في حيوان صائم وجدنا ان كمية
سكر العنب فيه اقل منها في دم الوريد فوق الكبد .

٢ — نحصل على نتيجة مماثلة اذا حذفنا ما آت الفهم من طعام الحيوان .

٣ — تجربة الكبد المفسولة او تجربة كلود برنارد .

لتستأصل كبد كلب ويربط شرايينها ثم يحقن وريدها البائي بماء ملح بنسبة ٨ آلاف ،
مسخن الى الدرجة ٣٨° . فيخرج الماء من الاوردة فوق الكبد وفيه في البدء سكر عنب،

يكشف بكاشف فهلنك ، ويثابر على هذا الفصل حتى يزول اثر السكر من الماء الخارج
تماماً . ثم توضع الكبد في حمام درجته ٣٨° بضع ساعات ، ويكرر الفصل بعدها فيظهر
سكر العنب في الماء الخارج من الاوردة فوق الكبد من جديد . يستنتج من ذلك ان
الكبد صنعت سكر عنب في الفترة بين الفسولين .

تأثير الجملة العصبية في الوظيفة السكرية : تنشط الجملة العصبية تولد السكر او تنهيه :
يحدث وخز ارض البطلين الرابع على الخط المتوسط ، بعد ساعة من الوخز ، زيادة
في سكر الدم (نقند الدم) تستمر ثلاث ساعات .

الخلاصة : اذا ورءت التغذية كمية كبيرة من السكر الى الدم حسبها الكبد واخترتها
واذا انقطع ورود السكر بناتاً صنعتها الكبد من المواد الآحية . واذا انقطع الوارد مؤقتاً
غذت الكبد الدم بالسكر من مخزونها . فهي بالنسبة الى سكر عنب الدم مخزون ومصرف وناظم

ثانياً : وظيفة توليد البولة وتعديل السموم : رأينا ان الكبد تصنع البولة على وكس

الحوامض الامينية والملاح النشادرية حاصلات تضاد تمثل المواد الآحية ويعد افراز البولة
وطرحها طرحاً للواد السامة في نفس الوقت ، لان سمية الملاح النشادرية والحوامض
الامينية اشد بكثير من سمية البولة ، فتعدل الكبد هذا السم الشديد بتحويله الى بولة
تطرح مع البول . وتتجلى قدرة الكبد المعدلة للسموم ايضاً بتحويل السموم الواردة اليها

اما من الانسجة (البتوماتين) او من الامعاء (محصولات النفسخ والاختار) الى مواد غير سامة نطرحها الكليتان وتحفظ الكبد الجسم من السموم المدنية كالنحاس والزرنيخ وتخفف وطأة سموم الافاعي والهوام وتفي بعض انواع الجرائم ، ويفضي اكل الكبد الى موت سريع محقق بالاندهام .

ثالثاً : وظيفة صنع الشحوم : اذا غذيت حيوانات تغذية جيدة امتلأت ~~كبد~~ها بالشحوم التي تصنعها من مائات الفحم فاذا غدينا وزه بمواد سكرية ونشوية فقط ثم ضحينها وجدنا كبدها مملوءة بالشحم . وقد زعم بعض المؤلفين ان الكبد تصنع الدم من المواد الآحية ايضاً .

تخريب الشحوم : لانثلث الشحوم المتراكمة في الكبد طويلاً بل تستهلكها الكبد او الانسجة الاخرى .

رابعاً : وظيفة توليد الليفين وعرقلة التخثر : تصنع الكبد مولد ايفين الدم فتساعد على التخثر وتصنع ايضاً مواد مضادة للتخثر فتمرفله .
خامساً : وظيفة حل الكريات الحمر وتوليد الكريات الحمر : تلتف الكبد الكريات الحمر وتساعد على توليد اخرى بدلاً منها .

أ - اكل الكريات الحمر : عدد الكريات الحمر في الاوردة فوق الكبد أقل منه في وريد الباب . وتحيط الكريات البيض في باطن شمريات الكبد بالكريات الحمر فتتلفها وتحرر خضابها وتصنع خلايا الكبد من هذا الخضاب ياقوت الصفراء وصباحاً آخر حديدي
ب - تكوين الكريات الحمر : تكون الكبد كريات جديدة خاصة في الجنين يسدان الكريات المتولدة فيها أقل بكثير من النافعة .

سادساً : الوظيفة الحديدية : تثبت الكبد الحديد وتحتوي ~~كبد~~ الوائد على كمية من الحديد اكبر بتسع مرات مما تحويه منه كبد الكهل ويتناقص الحديد تدريجياً من البدن أثناء الحمية اللبنية لأن اللبن لا يحتوي على حديد .
ولندكر قبل انتهاء البحث ان الكبد تدخر المواد الآحية ايضاً فاذا حقنت مادة آحينية

في وداجي كلب انطرحت مع البول اما اذا حقنت في وريده البابي فان الكبد تحتفظ بها ولا يبدو في البول شيء منها .

وهكذا نلخص دراسة وظائف الكبد المختلفة بأن الكبد معمل كيميائي حقيقي خطير لا يستطيع البدن العيش بدونها أبداً .

النمو في الحيوانات والنباتات

يؤدي نمو البيضة في الحيوانات والنباتات الى جنين يصبح في آخر مرحلة من مراحل تشكله ذا تمضٍ مقدرٍ بمائتين لتتضي الكائن الكهل تقريباً .

فالنمو هو مرحلة في تشكل العضوية تنحصر خلالها الاعضاء التي تكونت في الجنين لتوسع في الحجم ، وازدياد في الوزن .

نمو الحيوانات

يقدر نمو حيوان ما ، أما بقياس مقدار الازدياد في قامته ، وازدياد حجمه او وزنه .
أ — مراحل النمو : لنأخذ مثلاً على ذلك عضوية الانسان : فاننا نميز في اول الامر نمواً جنينياً سريعاً ، تتشكل أثناءه اعتباراً من البيضة التي تزن ٠,٠٠٠٠٥ مغ تقريباً ، عضوية سترن وسطياً ٣ كغ وقت الولادة .

ويستمر النمو بعد الولادة ولكن بسرعة ابطأ ، انما لا يكون هذا النمو منتظماً : فهو سريع خلال السنة الاولى (اذ يتضاعف وزن الرضيع في غضون اشهر السنة الاولى التي تلي الولادة) ، ثم يتباطأ النمو بعدها ، إلا أنه يبدو مع ذلك تزايداً في السنة السادسة والسنة الثالثة عشرة ، فيصل الى أوجه .

ب — النمو الكلي والنمو العنصري : ان مدرستنا في الفقرة السابقة هو نمو العضوية بمجموعها جملة واحدة ، لنا يدعي بالنمو الكلي Globale .

ويمكننا أن نقدر نمو مختلف أجزاء الجسم وأعضائه ، وندرس بذلك النمو العنصري Elémentaire ونلاحظ أن أجزاء الجسم لا تكبر جميعاً بنفس السرعة ، فيتضاعف ارتفاع

الرأس اعتباراً من الوليد الجديد حتى الانسان الكهل ، بينما يزداد ارتفاع الجذع بمقدار ثلاثة امثاله ، ويزداد طول الاطراف العلوية بمقدار اربعة امثاله .

العوامل المنظمة للنمو

دور الهرمونات

أ — العوامل الغذائية : يجب ان تتوفر في رانب الانسان الغذائي ، المواد البروتينية ، فاذا حرم الجسم منها فانه يهزل ويعجز عن ترميم مايتلف من انسجة ويموت .
الا انه يجب ان يكون غذاء الطفل أغنى بهذه المواد من غذاء الكهل . وخصوصاً بالحموض الأمينية الضرورية لنمو الجسم (كاللزيين) .

كما ان الجسم يتطلب راتباً غذائياً غنياً بعنصري الفوسفور والكالسيوم اللذين يدخلان في تركيب الهيكل العظمي بشكل فوسفات الكالسيوم بكمية كبيرة : على ان يكون هناك توازن بين نسبة هذين العنصرين $(\frac{Ca}{P} = 1.5)$

والجسم أيضاً بحاجة الى الفيتامين A و B₂ الضروريين للنمو . والفيتامين (D) المضاد للخرع الذي يتحتم وجوده في غذاء الاطفال ، فهو يثبت الاملاح الكلسية على مادة العظمين ، كما انه يضمن بقاء التوازن بين الكالسيوم والفوسفور .

ب — العوامل الهرمونية :

تزداد جميع اعضاء الجسم طولاً اثناء النمو . ولكن نمو الهيكل العظمي هو الذي يمثل النمو العام للمضوية .

وليس نمو الهيكل نتيجة لنمو النسيج العظمي نفسه ، لان خلاياه لا يمكنها ان تتكاثر وانما ينجم عن نمو الانسجة المولدة للعظم فمظام الججمة والوجه تتشكل اعتباراً من نسيج ضام (وتدعى العظام الضشائية) ، بينما تتكون العظام الطويلة على وكس النسيج الضروفي (وتدعى العظام الضروفية) .

وتلعب بعض الغدد ذات الافراز الداخلي في الجسم دوراً اساسياً في نموه بما تفرزه من هورمونات ، كاثدة النخامية ، والغدة الدرقية . والهورمونات الرئيسية للنمو ، هي

هورمون النمو Somatotrope الذي يفرزه الفص الامامي للغدة النخامية ، والهورمون الدرقي . وسنشير هنا ايضا الى عمل الغدة التناسلية والغدة الصعترية او التيموس .

٦ — دور الغدة النخامية : وهو دور رئيسي يقوم به الفص الامامي من النخامة الذي يفرز هورمونين في نمو العضوية هما : هورمون النمو ، والهورمون المنشط للغدة الدرقية Thyréostimuline .

أ — هورمون النمو Somatotrope : يؤدي وقف افراز هذا الهورمون اثناء الطفولة (سن النمو) الى مانسميه بالدحمة النخامية وبالعكس فان زيادة افراز هذا الهرمون في هذا الدور نفسه تؤدي الى العملاقة عند الاطفال اما في الكهول (حيث يتوقف النمو بصورة طبيعية) فيؤدي فرط افراز هورمون النمو الى مرض ضخامة الاطراف Acromégalie ، وهو مرض يتصف بتضخم ونمو زائد في عظام الوجه والاطراف وينشط هورمون النمو تكاثر النسيج الضامة التي تسهم في نمو عظام الجمجمة والوجه ، كما ينشط نمو غضاريف الاكصال التي تسهم في نمو العظام الطويلة ، ويعمل ايضا في نمو الهيكل بكامله . ولذلك تبقى اجسام المصابين بالدحمة النخامية ، متناسبة تقريبا ، لان نمو جميع اجزاء الجسم يتوقف في وقت واحد . وكذلك تكون اجسام العملاقة متناسبة للسبب نفسه . وبالعكس ففي المصابين بضخامة الاطراف Acromégalie الهرمون من غضاريف الاتصال ، فان فرط افراز هورمون النمو فيهم ، لا يصحبه الا نمو الانسجة الضامة والفضروفية الدائمة عند الكهول (في الانف والاذن والاقراص الفقرية .. الخ) ..

٧ — الهورمون المنشط للغدة الدرقية Thyreostimuline : تؤثر الغدة النخامية ايضا تأثيراً غير مباشر في النمو بافرازها الهورمون المنشط للغدة الدرقية ، الذي ينشط افراز التيروكسين (الدرقي) وهو هورمون تفرزه الغدة الدرقية ، ويلعب دوراً هاماً في النمو .
٨ — دور الغدة الدرقية : يرافق نقص الافراز الدرقي في الاطفال الدحمة الدرقية ، ويتصف هذا المرض بفقدان الانسجام بين اجزاء الجسم (اذ يتضخم الرأس وتبقى الاطراف قصيرة) .

فالتيروكسين يؤثر تأثيراً خفيفاً على نمو المظام الغشائية (في القحف والوجه) وبالعكس فهو ضروري لنمو غضاريف الاتصال . ولذلك فإن نقصه يحد من نمو الاطراف دون أن يقف نمو الرأس ، فيؤدي الى ما يلاحظ من عدم التناسب في جسم المصاب بالدحجة الدرقية .

٣ — دور الغدد التناسلية : تحدد الغدد التناسلية من النمو بما تفرزه من هرمونات جنسية ، وقد تبين أن الحيوانات الثديية التي استؤصلت غددها تصبح اكبر من الحيوانات المماثلة التي أقيمت فيها هذه الغدد .

٤ — دور الغدة الصعترية أو التيموس : وهي كائنة أمام القصبة الهوائية وفي قاعدتها وهي نامية جداً في الثدييات الفتية ، ولكنها تضمحل عندما ينتهي النمو . ولا يزال دور هذه الغدة مبهماً ، ولم يثبت حتى الآن وجود هرمون تفرزه هذه الغدة .

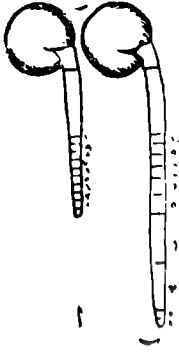
النمو في النباتات

أ — النمو المستمر في النباتات :

رأينا ان نمو الحيوان محدود ، ولا يحدث الا في فترة معينة من حياته ، ويختلف ذلك في النباتات ، لان السوق والجذور يستمر نموها طوال حياة النبات . وينتج ذلك عن بقاء النسيج المضغية والنسيج المولدة في نهاية السوق ، وقرب نهاية الجذور .

فالساق تنمو طولاً خلال زمنين منفصلين :

- ١ — تنمو السوق الابتدائية (المضغية) داخل البرعم ، وينتج هذا النمو عن نشاط النقطة الاعاشية الموجودة في نهاية الساق ، وتكاثر الخلايا الابتدائية فيها . فهو «عوائقها» ،
- ٢ — تكبر الساق الابتدائية عندما تتفتح البراعم ، بتناول المسافات العقدية ، ويدعى ذلك «النمو المتوسط» . ثم لا تلبث ان تتساوى المسافات العقدية الكائنة في اسفل الساق . بينما تبقى المسافات القريبة من القمة ضيقة ، وفي طريق النمو . ويحدث النمو المتوسط غالباً في المنطقة الكائنة تحت القمة بقليل بتناول الخلايا اثناء تمايزها .



أما نمو الجذر طولاً :

فيتم بفضل انقسام خلايا المنطقة الانشائية ، وتميز الخلايا الابتدائية تدريجياً ، كما بعدت عن هذه المنطقة . وتكون أنسجة النمو في الجذر اقصر مما هي عليه في الساق ، وتوضح التجربة التالية ذلك :

يؤخذ جذر في ورسم عليه بالجبر الصيني ابتداءً من الذروة ، خطوط متساوية البعد يبعد كل منها عن الآخر بمسافة تساوي المليمتر . فيلاحظ بعد بضعة ايام ان المليمترين الثالث والرابع اعتباراً من القلنسوة قد استطلاا كثيراً « منطقة النمو » . اما المليمتر الاول الذي يطابق القلنسوة فلم يتبدل طوله تقريباً .

شكل (٢٦٨ ب)
نمو الجذر طولاً

ونلاحظ ان النمو يتناقص تدريجياً اعتباراً من المليمتر الرابع حتى ينعدم تماماً في نهاية المليمتر العاشر .

فنمو الجذر اذن يتركز في الساقية المتأخرة .

الا ان نمو الاوراق محدود ، حتى في الانواع النباتية ذات الاوراق الدائمة ، فالاوراق فيها تحافظ على قدها طوال مدة بقائها . ويجب ان نشير هنا ، الى ان نمو الجذور والسوق في النباتات العليا يصحبة نمو مستمر ايضاً .

ب — النمو الكلي والنمو العنصري :

لنلاحظ مثلاً شجرة ما ، نرى ان ساقها الاصلية تحمل اغصاناً جانبية ، وهذه تنفرع بدورها الى غصينات اصغر . فكل من الساق الاصلية والاغصان الجانبية والغصينات ، سرعته الخاصة في النمو .

وفي شجرة الحور تنمو الساق الاصلية بسرعة اكثر من سرعة نمو الاغصان الجانبية ، فتغدو بنتيجة ذلك الشجرة متطاولة . وبالعكس تنمو في شجرة التفاح الساق الاصلية

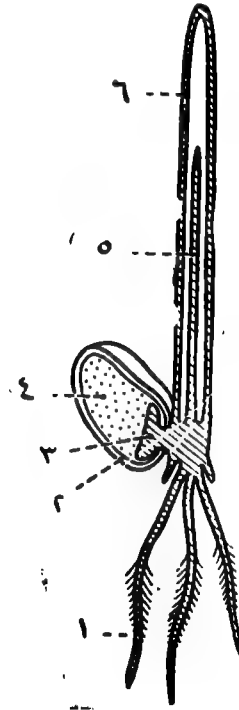
والاغصان ايضاً بسرعة ، فتشكل الاغصان كتلة مدورة تجعل من شجرة التفاح شجرة كروية .

وبالاختصار ، فالنمو المنصري يعطي للنبات هيئته الخاصة المميزة ، فهيئة اشجار السرو، او الصنوبر البحري مثلاً ، هي التي تساعدنا على معرفة هذه الاشجار عن بعد .
وهناك عوامل اخرى تتدخل ايضاً في اعطاء النبات هيئته (كميل الاغصان ، ونعط تفرعها الخ ...) ولكن النمو المنصري فيها يلعب دائماً دوراً هاماً .
دور الهورمونات في نمو النباتات :

شكل (٢٦٩)

كوليوبتيل

- ١ — جذور
- ٢ — لحافة
- ٣ — فلق
- ٤ — سويداء
- ٥ — الورقة الاولى
- ٦ — كوليوبتيل



يتطلب نمو النباتات وجود الاغذية في الوسط الانباتي ، وينتج النمو في النباتات بعد ان تكون قد اخذت حاجتها من الغذاء بفضل هورمونات النمو النباتية . التي تدعى ايضاً الرسل او الحامضات النباتية Auxines .

١ — بيان وجود الهورمونات النباتية : عندما تنشئ بذرة الحبوب ، كالشوفان مثلاً

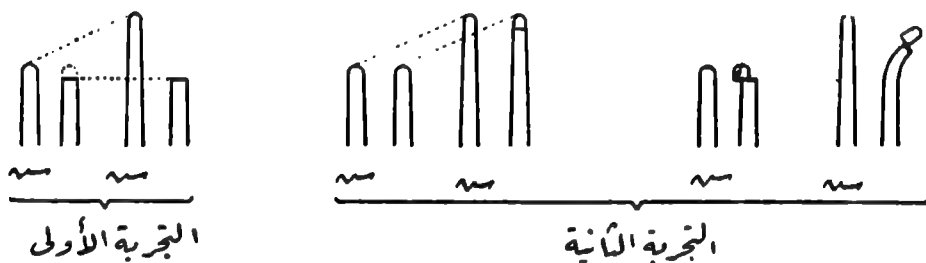
تكون الاوراق الفتية اثناء الايام الاولى من نموها ، مغلفة بأنبوب ابيض نهايته مغلفة يدعى الكوليوبتيل Coléoptile . وبعد ذلك تتمزق ذروته وتخرج منه الاوراق .

ينمو كوليوبتيل الشوفان بسرعة وفق خط مستقيم ، ولذلك اتقي كنموذج لدراسة النمو ، واجريت عليه التجارب التالية :

التجربة الاولى : لنقطع ذروة كوليوبتيل الشوفان ولنقارنه مع نبتة شاهدة لم يحدث بها قطع ، فنلاحظ بأن النمو يتوقف في الكوليوبتيل المقطوع .

فذرورة الكوليوبتيل ضرورية للنمو .

التجربة الثانية : اذا اعدنا الذرورة بعد قطعها الى مكانها ، نرى ان النمو يستمر كما في النبتة الشاهدة . اما اذا اعدنا الذرورة بحيث لا تنطبق الاعلى قسم من المقطع ، نلاحظ ان الكوليوبتيل ينحني ، وذلك لان المنطقة الواقعة تحت نقطة الاستناد قد نمت ، في حين ان الوجه الثاني لم يطل ابداً .

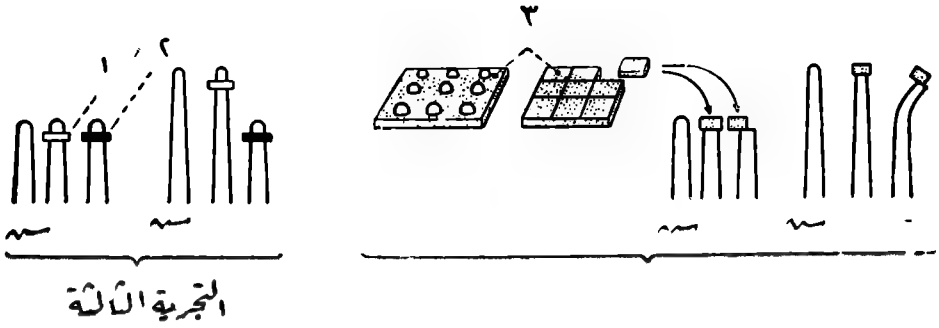


شكل (٢٧٠)

تجارب تبين ان قمة كوليوبتيل الشوفان ضرورية في نمو الكوليوبتيل ، = شاهد

يتبين من هذه التجربة ان المنطقة التي نمت ليست ذرورة الكوليوبتيل ، انما هي المنطقة الكائنة تحتها فالذرورة اذن ضرورية ليس لكونها مقرأ للنمو ، ولكن لتأثيرها الذي يحرض انحلالي الواقعة تحت الذرورة فتجعلها تنمو .

التجربة الثالثة : اذا وضعنا صفيحة من الجيلوز (وهو مادة قابلة للنفوذ) بين الذرورة والقسم الواقع تحتها فنرى بأن النمو يستمر . وبالعكس اذا استبدلنا صفيحة الجيلوز



شکل (٢٧١)

تجارب تدل على ان قبة الكوليوبتيل تركب هورمون النمو = شاهد

١ - صفيحة من الجيلوز ٢ - صفيحة من الميكا

بصفيحة من الطلق (الميكا) أو بصفيحة من القصدير (غير قابلة للنفوذ) فان النمو يتوقف نستنتج من ذلك : أن ذروة الكوليوبتيل تركب مادة كيميائية أو عدة مواد

كيميائية تنحل في الماء وتنفذ من الجيلوز لتثير النمو في الخلايا الواقعة تحتها ؛ بينما توقف صفيحة الطلق أو صفيحة القصدير هذه المادة .

التجربة الرابعة : عزل مادة النمو :

لنقطع عدداً من ذروات الكوليوبتيل ونضعها على لوحة من الجيلوز مدة ساعة ، ثم نقسم الجيلوز الى مكعبات صغيرة ، ونضع أحد المكعبات على قسم من مقطع الكوليوبتيل الذي أجرينا عليه عملية القطع ، نلاحظ أن القسم السفلي يعود فينمو ويستمر في ذلك . ثم ينحني قليلاً ، ويدعى هذا انحناء النمو .

فالجيلوز قد امتص مادة النمو التي انتشرت من ذروة الكوليوبتيل ، وبهذه الطريقة أمكن عزلها من الكوليوبتيل .

والخلاصة : تبين هذه التجربة بأن نمو كوليوبتيل الشوفان يعود الى تدخل مادة أو عدة مواد كيميائية قد تصنعها ذروة الكوليوبتيل ، ثم تنتشر وهي منحلة - حتى تصل الى المنطقة الأكثر حساسية بتأثيرها . فتثير استطالتها .

فهذه المواد هي هورمونات نباتية تدعى الحاثات (او كسين) .

ب - استخراج الهورمونات النباتية :

توجد الحاثات في الاعضاء النباتية بكميات ضئيلة ، ويتطلب استخراجها استعمال كيماويات

كبيرة من النباتات ، ولصاف الحاثات النباتية بمقدار وافر في بول الحيوانات العاشبة وفي بول الانسان ولذا كان اول استخراجها فقية من بول الانسان .

لقد استحصل على ثلاثة انواع من حاثات النمو هي : الحاثات النباتية (أ) والحاثات النباتية (ب) والحاثات النباتية غير المتجانسة .

ج - الحاثات المصطنعة : لقد تحقق اصطناع مواد كيميائية لها فعالية الحاثات النباتية الطبيعية نفسها . وفائدتها العملية كبيرة جداً ، اذ تستعمل في الزراعة .

د - عمل الحاثات النباتية :

١ - تفيد الحاثات النباتية في النمو الطولي ، لانها تسبب تطاول الخلايا ، كما تنشط فعالية الانقسام الخلوي ، وبصورة خاصة انقسام النسيج المولدة الثانوية Cambium التي تفيد في النمو العرضي .

٢ - يكون تأثيرها كبيراً بكميات ضئيلة ، واذا ازدادت كيتها تحدث عكس التأثير ويتوقف النمو فيقال أن لها تأثيراً كافياً .

٣ - لا يكون تأثير الحاثات النباتية نوعياً . وقد دلت التجارب على ان الحاثات التي عزلت من كوليوبتيل الشوفان تسبب نمو الذرة الصفراء أو نمو ملاق زهرة الربيع . إلا أن حساسية الانواع النباتية المختلفة ليست نفسها . أي أن تركيزاً معيناً من الحاثات النباتية يثير نمو القمح ، ولكنه يكون ضاراً وساماً بالنسبة لنباتات أخرى (كالخردل البري واللباب) .

تطبيقات عملية

يزداد استعمال الحاثات المصطنعة يوماً بعد يوم في الزراعة عامة وزراعة البساتين خاصة . وقد اكسح حقل استعمالها كما ستبين لنا الامثلة التالية :

أ - الاقتسال : هو نزع جزء من نبات (غصن مثلاً) وغرسه في تربة رطبة ، فتظهر له جذور منضمة في قاعدته المغروسة ، ويكون الفسل نباتاً جديداً .

واذا غمرنا قاعدة الفسل في محلول من الهورمونات النباتية ، نلاحظ أن تشكل

الجذور ينشط فتتمو بسرعة ؛ ونحصل على نفس النتيجة اذا طلبنا قاعدة الفصل بمرم يحتوي على خانات النمو .

ب - مكافحة سقوط الاثمار باكرأ : اذا ذرت محاليل الحاثات النباتية المصطنعة على الاشجار المثمرة (اتفاح خاصة) حال ذلك دون سقوط الاثمار قبل نضجها . وبهذا تقوم الحاثات بالحد من تشكل المنطقة الفاصلة التي تتكون في ملاق الثمرة .

ج - مكافحة الاعشاب الضارة : ذكرنا ان حساسية الحاثات تختلف باختلاف الانواع النباتية ، وهذا مايساعد على استعمال الحاثات المصطنعة كمواد قاتلة للأعشاب الضارة . فاذا رش حقل مزروع بالقمح في زمن الانبات بكميات مناسبة من الحاثات المصطنعة تقوم هذه الاخيرة بتخريب الاعشاب الضارة (الخردل والبلاب) بعملية كف النمو ، ذلك لان هذه الاعشاب تعتبر اكثر حساسية من القمح بالنسبة لهذه المواد ، ويمتبر القمح اقل حساسية بها .

د - حفظ البطاطا : تستعمل في هذه الحالة حاثات نباتية بتركيز قوي تفيد في الحد من عملية النمو ؛ فاذا ذر على درنات البطاطا مسحوق يحتوي على حاثات مصطنعة ، تصبح الدرنات بحياة بطيئة ولمدة طويلة ، وذلك بالمقارنة مع درنات شاهدة لم تعالج .

وحدة العضوية وتناسقها

ليس البدن مجموعة من الاعضاء يقوم كل منها بوظيفته الخاصة بمزول عن الاعضاء الاخرى ، بل هو وحدة فيزيولوجية متكافل فيها الوظائف المختلفة وتناسق . وتدل على هذا التكافل والتناسق امثلة عديدة منها :

١ - وجود ارتباط بين الجملة العصبية والحاثات ينسق اعمال الاعضاء المختلفة ، وقد اسهبنا في وصفه في ابجائه الخاصة .

٢ - وجود وسط مشترك تيمش فيه سائر الخلايا التي تؤلف البدن ، هذا الوسط هو الدم والبلغم (الوسط الداخلي) .

٣ - وجود جهاز دفاع مشترك يدافع به البدن عن نفسه ، وقد ورد ذكر ذلك في ابجاث السنين الماضية (المناعة ووسائلها المختلفة) .

الوحدة الرابعة

« الوراثة »

يلاحظ مربو الحيوانات عند متابعة انسالها ، ولادة تشبه الى حد ما آباءها واجدادها. فهي ترث من اسلافها جملة من الصفات ، ويمكن القول بأنها ستنتقل الى احفادها الصفات الرئيسية التي ورثتها ، وتملك سائر الاحياء الحيوانية والنباتية خاصة نقل مجموعة من الصفات التي تمتاز بها ، الى احفادها وتلك هي ظاهرة الوراثة .

١ - الصفات الوراثية :

ان سلالة زوجين من الفئران هي فئران دوماً ، وان بذور الفاصولياء لا تعطي الا بذور الفاصولياء .

ولكن يحدث ان زوجين من الفئران لونهما رمادي ، يولد لها فئران رمادية واخرى بيضاء ، وكذلك يعطي نبات الفاصولياء بذوراً مختلفة الحجوم والثقيل . ونميز لذلك قسمين من الصفات : فالصفات التي تعرف بها الفأر او نبات الفاصولياء والتي تظهر بوضوح في سائر الالسال هي ما يسمى بالصفات النوعية ، اما اللون والقامة ، والوزن ولون العين ، وشكل الانف فهي تنتقل الى الاحفاد بدقة اقل من تلك وتكون قابلة للتغير وتسمى الصفات الفردية .

الصفات النوعية

ان كلمة فأر توحى لنا بجملة من الصفات لا تميز كائناً بذاته بل جملة من الافراد متميزة ومتشابهة فيما بينها وتختلف تماماً عن الكائنات الحية الاخرى فهي بذلك تعني نوعاً حيوياً. تعريف النوع :

أ = سائر افراد النوع الواحد متشابهة فيما بينها ويظهر هذا التشابه في الامور التالية:

١ - التشابه الشكلي : تبدي سائر الفئران تمضياً متماثلاً وهيئة واحدة . لكن التشابه الشكلي لا يعتبر معياراً كافياً لتعريف النوع اذ اننا نجد في فروع الكلب مثلاً افراداً مختلفة الاشكال ، حتى ليدو بعضها اشبه بالذئب احياناً .

٢ - التشابه الكيميائي : لكل نوع من الصنوبر افراز راتنجي خاص . وكذلك فحليب الماعز ليس كحليب البقر ولا كحليب الاتان . وان خضاب الدم في الانواع المختلفة من الجرذ يتبلور على اشكال مختلفة .

٣ - التشابه الفيزيولوجي : ان حية البطن Asc. Lombricoide هي دودة جلية لا تعيش الا في الانسان وهي تتميز تماماً عن حية البطن التي تعيش في الخنزير فالمضيف بالنسبة للطفيليات نوعي بصورة عامة .

ب = سائر افراد النوع الواحد تتلاقح فيما بينها .
لكن معيار الخصب الجنسي ليس مطلقاً ايضاً . فالكلاب والذئاب خصبة فيما بينها ، وعلى العكس فان بعض الافراد التي تنسب الى نوع واحد تكون مع ذلك عقيمة فيما بينها . فبعد الاخذ بالاعتبارات السابقة يصلح المعياران « التشابه » ، والخصب الجنسي ، لتعريف النوع . ونسوق هنا التعريف الذي وضعه Cuvier : « النوع » مجموعة الافراد المتعضية التي ولد بعضها من بعض ، او من اقرب متشابهة اشبهها بقدر ما تشابهه هي بين بعضها » .

الصفات الفردية

يولد احياناً من تلاقح فأرين رماديين ، فئران يختلف بعضها عن بعض بصفات جزئية لكنها كافية لتمييز هذه الافراد ضمن النوع . ويتناول الاختلاف عادة لون الشعر والقامة والوزن ... وهذه هي الصفات الفردية .

ومن بين هذه الصفات يجب التمييز بين صفات تسود في سائر افراد مجموعة معينة وتسمى الصفات المرقية ، وبين صفات تختلف من فرد لآخر في نفس المجموعة وتسمى الصفات المتبدلة (المتأرجحة) .

الصفات الموقية :

اذا تلاقحت فئران بيضاء ناتجة عن روجين رماديين ، فأنسألهما باستمرار هي فئران بيضاء . مما يدل على ان هذه المجموعة البيضاء من الفئران تشكل أصلاً

تقياً او عرفاً صافياً . ويمكن بالانتقاء ومتابعة التلاحق تمييز عرق تقي بين الفئران الرمادية نفسها . وللحصول على المروق الصافية يلجأ الى العزل المستمر . وهي طريقة متبعة في المختبرات ، غير انه في الطبيعة ايضاً قد توجد عروق صافية وسبب ذلك الانعزال الجغرافي او الانعزال الجنسي : كما في النباتات ذات التأثير المباشر ، وفي المروق الحيوانية التي يتم تلاقيها في فترات زمنية تختلف عن فترات تلاقي المروق الاخرى المنتسبة الى نفس النوع .

الصفات المتبدلة (المتأرجحة) :

اذا تزوجت اصفر الفئران قائمة بين مجموعة معزولة صافية فان انسالها ليست على الغالب صغيرة القامة ، بل ان قاماتها تتأرجح حول القامة المتوسطة المميزة لنوع . فاحصل توارثه حقاً في هذه الحالة هو الصفة المتوسطة وليست صفة صفر القامة او كبرها فهناك باستمرار ميل نحو الوسط . والصفات المتبدلة تخضع تقريباً لتأثير عوامل الوسط الخارجي (وفرة الغذاء مثلاً) ولتأثير عوامل داخلية (مفرزات الغدد الصم) .

الصفات الجديدة :

يحدث احياناً ان تظهر في الانسال صفات جديدة لم تكن في الآباء او الاجداد ولهذا الصفات الجديدة نوعان .

الجسمية : اذا سخنا شرائق نوع من الفئران ذي لون فاتح نحصل على فراش ذي لون قاتم . واذا نمت أنسال هذه الفئراشات القاتمة في اوساط طبيعية عادت من جديد فاتحة اللون . فتأثير الحرارة هنا لم يحقق الشروط الضرورية لتثبيت الصفة الجديدة في الخلايا الجنسية . وصفة اللون القاتم لم تؤثر الا في الجسم نفسه دون انساله .

الانتجائية : (mutation) حصل مرة ضمن مجموعة منتقاة من الدجاج المادي على دجاجة ذات عنق عار من الريش . فهذه الصفة الجديدة التي ظهرت فجأة وغدت وراثية واضحة تعبر عن نشوء عرق جديد صاف من الدجاج فيسمى ذلك الافتجاع . ومع ان هذه قد تحققت في شروط غير محدودة تماماً لكنها تثبتت في الخلايا الجنسية بحيث صار للانسال تغير ثابت دائم .

« العوامل الوراثية »

لقد دلتنا دراسة تكاثر الاحياء على أن الرابط المادي الوحيد بين الاجيال المتتالية هو كليات ضئيلة من المادة الحية تدعى الاعراس . فكانت الصفات المنقولة من الآباء الى الابناء متضمنة بالضرورة في تلك الاعراس . وبكلمة واحدة ان الاعراس هي حاملات الارث . لكن الصفة الموروثة ليست شيئاً له نفس الصورة التي تبدو في الآباء . فالبيضة أصل الكائن الجديد ترث فقط امكانيات التشابه . وهذه الامكانية أو القدرة على التشابه تعود الى عوامل وراثية تهيء خلال نمو الفرد أسباب تحقيق تلك الصفة .

« الدراسة التجريبية لانتقال الصفات الوراثية »

النفولة : حينما يجري التلاقح بين أفراد من عرق صاف من الفئران البيضاء نحصل باستمرار على فئران بيضاء . بينما إذا تم تلاقح بين فأرين أحدهما أبيض والآخر سنجابي وكل منهما صافي المرق يلاحظ انقطاع الاستمرار الوراثي للونيهما . ونحصل على أنثقال يمكن متابعتها أجيالاً متتالية أن نلاحظ ظهور أو اختفاء صفات المرقين المدروسين .

فالنفولة هي طريقة تجريبية تسمح بدراسة انتقال الصفات الوراثية .

مبدأ الطريقة : ان طريقة النفولة قد طبقت لأول مرة عام ١٨٦٣ من قبل العالم النباتي Naudin حين أجرى التصلاب (تلاقح) بين نوعين متجاورين من الباذنجانيات من جنس Datura فحصل على أنثقال خصبة بين بعضها ومختلفة عن كلا الأبوين . ولاحظ في سلالة هذه الأنثال حين تلاقحت مع بعضها افراداً حملت من جديد نفس صفات الجيل الاول . لكن الأنواع التي جرب عليها (نودان) كانت شديدة الاختلاف وبينها عدد كبير من الصفات المتناقضة ففاته تماماً إيجاد قوانين نقل الصفات الوراثية .

وفي نفس الوقت كان الراهب النمساوي ماندل Mendel يجري التصلاب بين نباتات من نفس النوع لكنها من ضروب مختلفة بحيث لا يوجد بين الافراد المتلاحقة من فروق سوى صفة أو عدد قليل جداً من الصفات . فاستطاع بذلك أن يدرس تفصيلاً اختفاء وظهور الصفات المرقية عند عدد كبير من الافراد في مختلف الاجيال

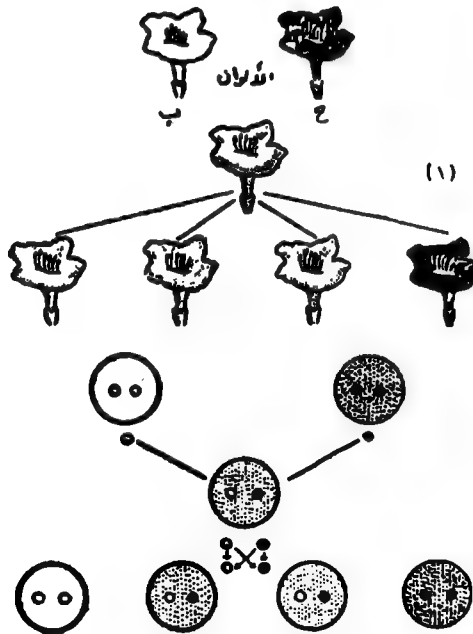
واستطاع بعد ذلك أن يضع القوانين الأساسية في النغولة .

وقد اعطت تجارب Morgan المتعددة على ذبابة الخسل *Drosophila melanogaster* نتائج باهرة في هذا الموضوع . ويفضل هذا النوع في الدراسات التجريبية لانه من السهل وضع عدد كبير من الذباب في قارورة تحتوي على وسط مغذ ، فتتكاثر ويمطي الزوجان منها بضع مئات من الاحفاد وتتابع الاجيال كل ١٢ يوما في درجة حرارة ٢٠° ، كما أن لذبابة الخسل عروقا ومن السهل تمييزها عن بعضها ولها قدرة على التلاقح بين بعضها بدون حد .

« تجارب النغولة »

النغولة المفردة :

هي اجراء التلاقح بين فردين ينتسبان الى عرقين صافيين من نفس النوع ولا يختلف عن بعضها إلا بصفة واحدة ولهذه النغولة نمطان : النمط المختلط ونمط الرجحان .
١ - النمط المختلط :



لهذا النبات نوعان من الازهار فبعض النباتات تحمل أزهاراً حمراء وبعضها يحمل أزهاراً بيضاء . ويجب التأكد من أن هذه الصيغ صافية العرق . لذلك

تزرع ممزولة بحيث يلقح كل منها بغبار طلعه الخامس فإذا انتجت الاولى نباتات حمراء الازهار وانتجت الثانية نباتات بيضاء الازهار تأكدنا من صفاء عرقها .

أ - التصالب بين المرقين الصافين : أحمر \times أبيض .

لاجراء التصالب يحمّل غبار الطلع من الازهار الحمراء ويوضع على مياسم الازهار البيضاء وبالعكس . فتنتج بذور تزرع فتنبت ثم تزهى .

الجيل الاول : يكون لسائر هذا الجيل ازهار وردية أي ذات لون وسط بين الأحمر والأبيض . فهذه النباتات هي انقال متشابهة فيما بينها تماماً . ونقول ان الجيل وحيد الشكل .

ب - التصالب بين انسال الجيل الاول : وردي \times وردي . تلقح كل زهرة وردية بغبار طلعه الخامس او بغبار طلعه زهرة وردية اخرى فتنتج بذور تزرع فتنبت ثم تزهى .

الجيل الثاني : يشمل هذا الجيل افراداً وردية الازهار ، وافراداً حمراء الازهار وافراداً بيضاء الازهار . ومعنى ذلك ان بعضاً من الافراد يشبه الجيل الاول (الآباء) وبعضاً عاد إلى الصفات الأصلية (الاجداد) . وإذا كان عدد هذه الافراد كبيراً فأننا نجد في كل ١٠٠ نبتة : (٢٥) نباتاً ازهاره حمراء . (٢٥) نباتاً ازهاره بيضاء . (٥٠) نباتاً ازهاره وردية .

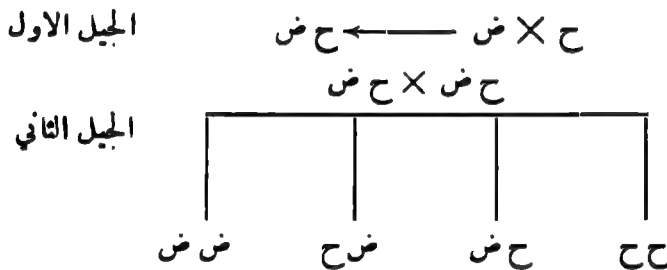
ج - السلسلة التالية : اذا اجري التصالب بين افراد الجيل الثاني بحيث تلقح الازهار الحمراء ببعضها فهي لا تعطي سوى نباتات ذات ازهار حمراء في الجيل الثالث والرابع والخامس ... الخ وكذلك الامر بالنسبة للازهار البيضاء . بينما يعطي تصالب الازهار الوردية مع بعضها جيلاً ثالثاً ربع افراده ذو ازهار بيضاء والربع الآخر ذو ازهار حمراء والنصف ذو ازهار وردية وهكذا .

كما يسمح لنا بالقول ان الجيل الثاني يتألف من $\frac{1}{4}$ الافراد حمراء صافية و $\frac{1}{4}$ الافراد بيضاء صافية و $\frac{1}{2}$ الافراد انقال وردية هجينة . ولا يوضح ذلك بكفي ان تذكر ان الصفات الوراثية تنتقل بواسطة الاعراس التي تتضمن كما بينا في العوامل المحددة لظهور الصفات عند الالباء .

فأعراس نبات شب الليل (احمر صافي) لا تتضمن سوى العامل المحدد ح واعراس نبات شب الليل (ابيض صافي) تتضمن العامل المحدد ض فقط والبيضة

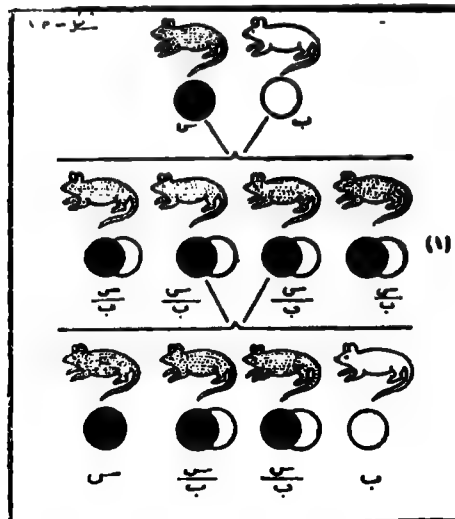
الملقحة الناتجة عن لصالها تحمل في نفس الوقت العاملين ح ض ممّا . وسائر الخلايا الناتجة عن انقسام البويضات تحمل نفس العاملين ممّا يفسر ظهور اللون المتوسط الوردي في الانتقال .

اما تفسير الاختلاف في اللون الذي ظهر في الجيل الثاني فبسيط ايضاً إذ يحدث انشاء تكون الاعراس ان ينفصل العاملان ح ، ض ويتوزعان منفردين على الاعراس وهكذا يتكون في كل نسل صنفين من الاعراس تابعا للصدفة فقط ويربنا الشكل ظهور ٤ مركبات فقط ذات احتمالات متساوية .



وهكذا يكون بين كل اربعة افراد من الجيل الثاني فرد يحمل الصفة ح ح (احمر صافي وفرد يحمل الصفة (ح ض) ابيض صافي وفردان يحملان الصفة ح ض (وردية هجينة) .

٢ — نخط الرجحان : مثال الفأر .



يوجد ضربان من الفئران لاحدهما لون سنجابي ولاآخر لون ابيض وتنتأ كد من أن
كلا منها يمثل عرفاً صافياً بواسطة عزله ثم اجراء التلاقح بين افراد كل ضرب على حدة
فتنتج الفئران السنجابية باستمرار افراداً سنجابية . وتكون افراد الفئران البيضاء
ذات لون ابيض دوماً فتنتأ كد من صفاء عرقها .

أ = التصالب بين العرقين الصافيين : سنجابي \times ابيض .

يجري التلاقح بين فأر سنجابي وآخر ابيض وينتظر الى حين الولادة .

الجيل الاول : يكون لسائر افراد هذا الجيل لون سنجابي ظاهر . فصفة اللون
السنجابي راجحة قاهرة بينما صفة اللون الابيض التي اختفت تماماً من سائر افراد هذا
الجيل هي صفة مدحورة مقهورة . ومع ذلك فاللون السنجابي الذي يميز هذه الانثال ليس
صفة نقية بل هجينة .

ب = التصالب بين انثال الجيل الاول : يعطي تصالب انثال الجيل الاول بين بعضها

جيلاً ثانياً يتميز بما يلي :

الجيل الثاني : $\frac{1}{4}$ افراده بيضاء اللون اي انها استرجعت صفة الجد .

$\frac{3}{4}$ افراده سنجابية اللون في الظاهر . لكن احد هذه الارباع يكون

لونه السنجابي مستمداً من الجد والباقي تشبه آباءها افراد الجيل الاول .

ج = الاجيال المتتابة : اذا واصلنا التصالب بين افراد الجيل الثاني بحيث تم التلاقح

بين الافراد بيض الالوان بعضها مع بعض كانت سائر نسلها في الجيل الثالث والرابع

والخامس ... بيضاء اللون . وكذلك الاسر بالنسبة لقسم من الافراد سنجابية اللون . اما

البقية فتعطي باستمرار وبنفس النسبة السابقة افراداً بيضاء وافراداً سنجابية اللون .

كما يسمح لنا بالقول ان الجيل الثاني يتألف من $\frac{1}{4}$ الافراد بيضاء (صفة نقية)

و $\frac{1}{4}$ الافراد سنجابية (صفة نقية) و $\frac{1}{4}$ الافراد سنجابية (صفة هجينة) .

اما تفسير هذا الرجحان فيكفي القول بأن افراد الجيل الاول كانت كلها متشابهة كما

في مثال نبات شب الليل . ولكن بينما كانت العوامل ح ، ض في المثال الاول لها نفس القوة

في تحديد اللون ، نجد هنا ان العوامل س (سنجابي) ض (ابيض) ليس لها نفس القوة

فالعامل (س) وحده يحقق صفة اللون السنجابي ويقنع العامل (ض) دون ان يزيله . لذا كانت

س راجحة قاهرة و ض مدحورة مقهورة لكنها تعود للظهور في بعض افراد الجيل الثاني
فما يمد كما في الشكل :

س + ض ← س

س × س
ض ض

الجيل الثاني

ض	س	س	س
---	---	---	---

النتائج :

١ - في هذا المثال والمثال السابق نلاحظ ان افراد الجيل الثاني تكون سلالة صافية حينما تنشأ من ببيضة تحمل نفس العامل المحدد مرتين ح ح ، ض ض في مثال شب الليل ، س س ، ض ض في مثال الفأر . ولذلك نسمى بالموحدات المتجانسة .

٢ بينما تكون الانفصال ح ض في مثال شب الليل و س ض في مثال الفأر ذات موحداث متخالفة .

٣ - وفي مثال شب الليل كانت الانتقال حاملة ح ض وقد ظهر تفسير ذلك واضحاً بتغير اللون فكانت النباتات وردية الازهار أما في مثال الفأر فالانتقال س ض متشابهة مع السلالة الصافية س س وليس هناك فروق شكلية في الظاهر ولا بد من اللجوء الى الجيل الثاني وما بعده لتمييز السلالة الصافية س س عن الانتقال س ض .

٤ - واخبراً في غمط الرجحان لانظهر الصفة المدحورة ض إلا إذا اقتربت بمثلتها
منه أو حين لا توجد امامها صفة أخرى منافسة .

فائدة عملية النغولة :

لنتخذ مثلاً القمح وهو نبات ذو أهمية اقتصادية بالغة ويبيدي ضروباً مختلفة عديدة لكل منها صفة هامة كقوامه البارد . ومقاومة الأمراض . وكالردود الجيد ... الخ ... فاجراء الاتصال بينها يعطي انثلاً تجتمع فيها الصفات وتتحده ويكون من بين هذه الانسال ما هو ثابت ومثل ضروباً صافية حدة فيها صفات مشتركة .

« قوانين ماندل »

القانون الاول : إذا اجري التصلاب بين فردين من عرقين صافين يختلفان عن بعضها بصفة أو عدة صفات فأنتال الجيل الاول جميعاً متشابهة فيما بينها .

القانون الثاني : إذا أجري التصلاب بين أنتال الجيل الاول تتج جيل ثاني متخالف الصفات . وهو يدل على انفصال صفات الآباء فالأعراس فيه صافية لا يحمل كل عروس سوى أحد العاملين المهددين لكل زوج من الصفات .

القانون الثالث : ان انفصال صفات الآباء يتم بصورة مستقلة في كل زوج من الصفات بغض النظر عن وجود ازواج من الصفات الاخرى .

« النظرية الصبغية في الوراثة »

تدل تجارب النغولة أن العروسين يلعبان دورين متكافئين في نقل الصفات الوراثية . مما يقودنا بداهة الى الاعتقاد باهمية نوى هذه الاعراس في حمل الموامل الوراثية . فنواة البيضة ونوى الخلايا الناتجة عن انقسامها ستتدخل في تجسيم هذه على شكل صفات تتحدد في الفرد خلال نموه .

١ - توازي في مصير الموامل الوراثية والصبغيات :

دللتنا قوانين ماندل أن الموامل الوراثية الآتية من الآباء :

أ - تتوضع متجاورة متى متى في البيضة التي سيتولد منها النفل .

ب - ثم توجد في خلايا جسم النفل حيث تنضج فتتحقق له صفاته الخاصة .

ج - تنفصل عند تشكل الاعراس في النفل .

و نحن نعلم ان نواة الخلية تحتوي على ما سميناه بالصبغيات التي تعاني نفس المصير :

أ - فدراسة الاقاح دللتنا على ان الصبغيات الصادرة عن الأب والصبغيات الصادرة

عن الأم تنتضد متى متى دون ان تنصهر ببعضها كما يحصل لبقية أقسام العروسين .

ب - ان سائر الاقسامات التي تطرأ على البيضة الملقحة والتي تم خلال النمو

التدريجي للعضوية هي انقسامات معتتفة متساوية . فسائر الصبغيات الصادرة عن الأب

والصبغيات الصادرة عن الأم تبقى متنضدة بشكل ثنائي في كل خلايا جسم الفرد .

ح — خلال الانقسام الاختزالي الذي يسبق تشكل الاعراس يلاحظ أن كل زوج من الصبغيات (صبغة من الأب وصبغة من الأم) ينفصل وتوزع الصبغيات في النواتين البنتين حسب الصدفة حيث تكون الصبغة الصادرة عن الأب من نصيب إحدى النواتين والصبغة الصادرة عن الأم من نصيب الأخرى .

ان هذا التوازي الواضح في مصير الموامل الوراثية والصبغيات دعا الى الافتراض التالي:

« ان العوامل الوراثية محمولة على الصبغيات »

وهذه هي النظرية الصبغية في الوراثة .

فالصبغيات تتألف من خيط مصطف على طوله حبيبات ولوطة باللون هي الجزئيات الصبغية (Chromomères) ويعتقد أن العوامل المحددة للصفات الوراثية هي جزئيات مادية تدعى المورثات متوضعة في الجزئيات الصبغية .

تحقيق النظرية الصبغية بالوقائع :

تحديد الجنس بالصبغيات :

يلاحظ عند تلاقي الفئران ان ولادة (١٠٥) فأراً ذكرأ يقابله (١٠٠) فأراً أنثى وفي الانسان تصبح النسبة (١٠٤) ذكر الى (١٠٠) أنثى . ففي كل نوع يوجد عدد من الافراد الذكر يطابق عدد الافراد الانثى على وجه التقريب . فكيف تفسر هذه المساواة المدية بين الجنسين ؟

تدل الملاحظات أن في خلايا ذبابة الخل الانثى أربعة أزواج من الصبغيات زوجان بشكل حرف U وزوج نقطي وزوج بشكل عصوي . أما صبغيات ذبابة الخل الذكر فمماثلة لما في الانثى غير ان إحدى الصبغيات المعصوية تبدي عقفة في إحدى نهايتها . فزوج الصبغيات المعصوية في الذكر يختلف اذن عنه في الانثى ، فاذا رمزنا للصبغي المعصوي المادي بالحرف (س) وللصبغي المعصوي المعقوف بالحرف (ع) كانت الانثى من ذبابة الخل متميزة بوجود (س س) والذكر بـ (س ع) .

ونستطيع تبعاً لذلك أن نقول إن الجنس ككل صفة فردية يحدده عاملان تحملها صبغيتان مختلفتان وقد تحققت هذه الفرضية بالوقائع . ففي الانقسام

الاختزالي الذي يسبق لشكل الاعراس يحصل كما ذكرنا انفصال الازواج الصبغية . فمن انفصال الزوج (س س) تتلقى كل بيضة العامل (س) . وعند انفصال الزوج (س ع) تتلقى بعض النطاف العامل س وتتلقى النطاف الاخرى العامل ع .

فمنذ الالتقاء تتلقى الاعراس تبعا للصدفة وحدها . ويتشكل عدد من البيوض الملقحة ذات (س س) بقدر ما يتشكل من البيوض الملقحة ذات (س ع) حيث ينتج عن الاولى اناث وعن الاخرى ذكور .

وعند الثدييات (بما فيها الانسان) والاضفادع ومعظم الاسماك والحشرات نصفية الاجنحة ومضفدة الاجنحة ومضاعفة الاجنحة ... كما في ذبابة الخل تحمل الاثني دوما زوج الصبغيات (س ع) .

أما في الطيور والزواحف والفرشاشات ... فيكون الذكر حاملا (س س) بينما تحمل الاثني (س ع) .

طبيعة المورثات :

قبل ان نبحث الوراثية لابد من اعطاء بعض الفكر عن طبيعة المورثات وآلية عملها . فلقد تمكن العلماء من احداث الافتجاء الطبيعي وذلك بوضع ذبابت اخل او يرقاتها تحت تأثير الاشعاعات (الاشعة X ، واشعة الراديوم) او تحت تأثير تغيرات درجة الحرارة (تناوب البرد والحر) وفي سائر هذه الحالات دلت الملاحظات في الافراد الجدد على وجود تغيرات تختلف شدتها قليلا او كثيرا في الحبيبات الصبغية ، تغيرات احدثت ذلك الشذوذ في الافراد الجدد التي انتابها الافتجاء .

فباستعمال الاشعة السينية استطاعوا تحديد تغيرات تركيب الصبغيات في نقاط معينة منها ، تلك النقاط المتعلقة بالمصابب المرضية من الصبغيات ، وبالتالي فمادة المورثات هي التي تغيرت .

وقد دل التحليل الكيماوي المجهرى على أن هذه المعصابب مكونة من بروتيدات نووية لها قدرة على التجدد والتشكيل ذاتيا بمعنى ان وجود الفترة الاولى من احدى هذه البروتيدات النووية يسبب لشكل ذرة اخرى مماثلة وهكذا باستمرار .

فالمورثات هي ذرات هذه البروتينات النروية . وهي إذن من طبيعة تشبه طبيعة
الحلمات الراشحة (الفيروس) .

آلية عمل المورثات :

ان آلية عمل المورثات مجهولة وتبدو على قدر عظيم من التعقيد . وان اظهر احدى
الصفات يعتمد غالباً على الفعل المباشر لعدد من المورثات ولذلك فان المورث الواحد يكون
كاملاً في الضاح عدد من الصفات .

ويظن ان فعل المورث هو الاشراف والتوجيه على سلسلة من التفاعلات التي تقود الى
اظهار الصفات الوراثية . وهذا الفعل متعلق بالوسط الداخلى وبالوسط الخارجى ويخضع
لتأثيراتها . كما اننا يجب ان لانظن ان ظهور الصفات الوراثية هو عمل نووي فقط لمجرد
ان الصبغيات وبالتالي المورثات متضمنة فيها ، بل يجب ان نشارك في ذلك الهيلي الخلووية
التي تعمل ايضاً على تحقيق صفات الفرد ولذا نقول اخيراً بأن المجموع (الهيلي + النواة)
اي الخلية بكاملها تتدخل في حادثة الوراثة .

حتى لقد ظن البعض بإمكان وجود مورثات هيولية بجانب المورثات الصبغية .

* * *

العقاب الجيولوجية

تمكنا قواعد علم الجيولوجيا وطرائقه من تعيين العمر النسبي للصخور ، أي معرفة القديم منها والحديث ، لكنها لا تستطيع تقدير العمر المطلق لها ، فهي تجهل متى بدأ تشكل الطبقات المختلفة من الصخور وبالتالي مدى الازمنة الجيولوجية . وتكتفي بالقول أن أمد هذه الازمنة طويل جداً يقدر بعلايين السنين . وقد طرأت على الارض خلال هذا العمر المديد ، أحداث عظيمة ، غيرت أشكال البحار والقارات ، ومواقع سلاسل الجبال ، كما تغيرت طبيعة الطبقة الجوية التي تحيط بها . وانتشرت خلال ذلك فئات أخرى مختفية أو تاركة بقايا مستحاثية تدل على وجودها السابق وتسمح سائر تلك الاحداث بتقسيم الازمنة الجيولوجية الى أحقاب هي : الحقب الابتدائي ، والاول ، والثاني ، والثالث ، والرابع . وقد دام كل منها عدة ملايين من السنين . ويفكر علماء طبقات الارض أنه إذا مثلنا برقم (١) فئحة الاراضي الرابعة أو مدة الحقب الرابع فيجب أن تمثل برقم (٢٠) مدة الحقب الثالث و بـ (٣٠) مدة الثاني و بـ (١٥٠) مدة الاول . ويظن أن الحقب الابتدائي قد دام مدة تطابق مجموع تلك الارقام (٢٠٠) تقريباً .

المستحاثات :

تعرف المستحاثات بأنها كل مظهر للحياة حفظ بصورة طبيعية في اراضي تسبق العهد الحاضر . وتحفظ المستحاثات في الاراضي الرسوبية فقط حين يتم انطمارها بسرعة وبعمق عن الهواء والرطوبة . وفي هذه الشروط لا يمكن ان تبقى في الحالة العامة ، الا الاجزاء الصلبة الهيكلية . والحيوان قد لا يترك إلا بصمة في أرض ما . فقوامة مستحاثات قد تتحلل فيبقى لنا منها في بعض الاحيان قالبها وكذلك فآثار الاقدام على الرمل قد استطاعت أن تبقى نتيجة لتصلب وتغطية رسوبية سريعة .

لكن المستندات المستحاثية لازال تعاني نقصاً ، وأسباب عدم استكمالها استحالة تحري الطبقات الجيولوجية ، فالتحري مثلاً مستحيل في قاع البحار وصوبة حفظ الاجزاء الرخوة ، وتخرّب المستحاثات وتلفها بنتيجة اضطراب اقشرة الارضية ، وعدم المبالاة أو نقصان الامكانيات .

ومها يكن من أمر فان علم المستحاثات غني جداً بوقائع وامور ذات قيمة عالية .

« الحقب البراشي ومستحاثاته »

ترجع سائر الصخور الرسوبية المتوضعة حالياً في البحار القديمة الى الحقب الابتدائي . اما الاحياء التي عاشت في ذلك الحقب فلم تترك أثراً من المستحاثات ، والبقايا الحيوانية والنباتية التي ظهرت في اراضي هذا الحقب ضئيلة ولا تعطينا فكرة واضحة عن الانواع الحية آنذاك . ذلك لانه طرأ على رسوبات تلك الاراضي تبلور جديد تحت تأثير الحرارة المركزية والضغط فكان من نتيجة ذلك أن تخرّبت مستحاثاتها وأبيدت .

« الحقب الاول ومستحاثاته »

١ - اراضيه ومناخه :

تبلغ مساحة الاراضي الاولى بمجموعها حوالي ٣٠.٠٠٠ م بما يدل على طول مدة هذا الحقب وقد قسم الى خمسة ادوار :

أ - الدور الكمبرياني ب - الدور السيلوري - الدور الديفوني د - الدور الفحمي هـ - الدور البرمي .

وكان المناخ خاراً نسبياً ومتشابهاً على سطح الارض ، ولم تكن الفصول قد تميزت تماماً بعد . أما في نهاية هذا الحقب فقد ساد نصف الكرة الشمالي مناخ صحراوي جاف جداً ، بينما كان رطباً بارداً في خط الاستواء والنصف الجنوبي من الكرة الارضية .
حيواناته :

إن أقدم المستحاثات التي يمكن تمييزها ومعرفتها منذ بدء الحقب الاول هي بقايا الحيوانات .

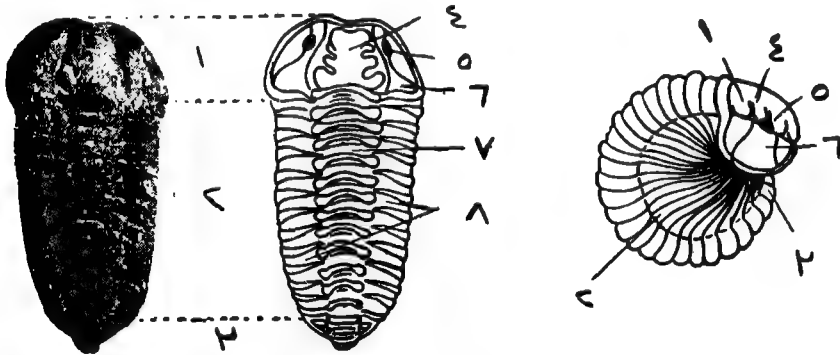
إذ كانت وحيدات الخلية وعديمات الفقار وافرة العدد متمدة الاشكال . وقد انطفت منها صفوف بكاملها .

وكان يمثل الحياة آنذاك رتب الاسفنجيان ومعاينة الجوف وشائكات الجلد والديدان والرخويات والمفصليات .
وأشهر مستحاثاته :

ثلاثية الفصوص : وقد كانت حيوانات مفصلية بحرية صغيرة يتألف جسمها من ثلاثة أقسام عرضية في الرأس والصدر والبطن كما كانت تنقسم الى ثلاثة فصوص طولانية ويخصص الحقب الاول بوجودها إذ أننا لانجدها بعد ذلك ابداً ولذلك نمت الحقب الاول بحقب ثلاثية الفصوص .

— وقد رافق هذه الاحياء النوتي ، وهو من الرخويات رأسيات الارجل ولا يزال يعيش النوتي حالياً في المحيط الهندي .

— وعاشت في ذلك الحقب صفوف متمدة من الحشرات ذوات التحولات الشكلية الناقصة .



ثلاثية فصوص

- ١ - رأس ٢ صدر ٣ بطن ٤ معدة ٥ عين ٦ - وجنة
٧ - فص وسطي ٨ - فصان جانبيان

— وقد ظهرت الاشكال الاولى من الفقريات كالحبليات والقميصيات . وظهرت الاسماك

المدرعة ذات الاشكال الغريبة ، ثم اختفى معظمها وحات محلها أسماك غضروفية الهيكل .
 - واستوطنت الضفادع المستنقعات الواسعة في أواخر ذلك الحقب وكانت سمادل مذنبية
 أشهرها الاكتينودونت .



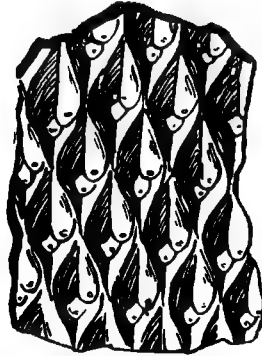
الاكتينودونت (سمندل مذنب)

- أما الطيور والثدييات فلم تكن قد ظهرت حينذاك على الإطلاق .
 ٢ - نباتاته :

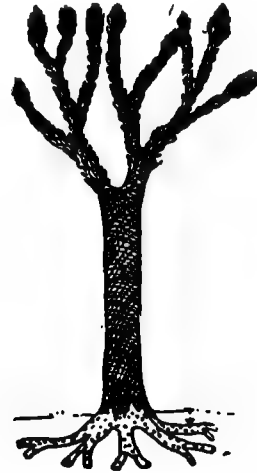
طاشت منذ مطلع ذلك الحقب الجراثيم والفطور والاشنيات والطحالب
 وامتاز النصف الثاني منه بظهور خفيات الالقاح الوعائية ، أما في أواخره فقد انتشرت
 ظاهرة الالقاح عريانة البذور . لكن مستورة البذور لم تكن موجودة آنذاك .
 ومن خفيات الالقاح الوعائية نذكر :



وسيدة في وسطها ندبة



قشرة الساق



ليبيدو دندرون ارتفاعها ٣٠ م

١ - جذور ٢ - ساق

٣ - ورقة ٤ - سنبلة

- السراخس التي كانت شجرية قوية الجذوع ، وكان بعضها عشبياً .

- أذئاب الخيل وكانت ترتفع ٢٠ — ٣٠ م وأشهرها القصيبة .

- أرجل الذئب وكانت شجرية هائلة أشهرها سيجيلاريا .

أما من ظاهرات الالاقاح عريانة البذور فقد انتشر السرخس البذري : وهي نباتات لها مظهر وأوراق السراخس لكن تكاثرها يتم بالأزهار ، وكانت أزهارها وحيدة الجنس ، وقد عثر على بذورها ولولا وجود تلك البذور لما تميزت عن السرخس العادي .

« الحقب الثاني ومستعاثاته »

١ — أراضيه ومناخه :

يبلغ مجموع مساحة أراضيه ٦٠٠٠ م مما يدل على أنه لم يدم طويلاً وقد قسم الى ثلاثة أدوار :

أ — الدور الترياسي ، ب — الدور الجوارسي ، ج — الدور الحواري .

واستمر مناخ الحقب الاول في الترياسي ، أما بعد ذلك فقد تميزت منطقة قطبية شمالية معتدلة المناخ ترعرت فيها الصنوبريات ، ومنطقة استوائية حارة نمت فيها الارصفة المرجانية ، ومنطقة قطبية جنوبية معتدلة ايضاً .

كانت البحار آهلة بوحيدات الخلية كالمدركات والشعاعيات ، وقد سيطرت على بحر الحوار ، وكان المرجان يشيد أرصفته الطويلة وكانت شائكات الجلد تسكن الشواطئ .

واشهر المستعاثات اللاقوية :

أ — النصليات :

وهي رخويات رأسيات الأرجل. ومع أن الاجزاء الرخوة من الحيوان لم تحفظ جيداً إلا أن البقايا القليلة من مستعاثاتها دلت على أنها كانت تشبه الحبار الحالي .

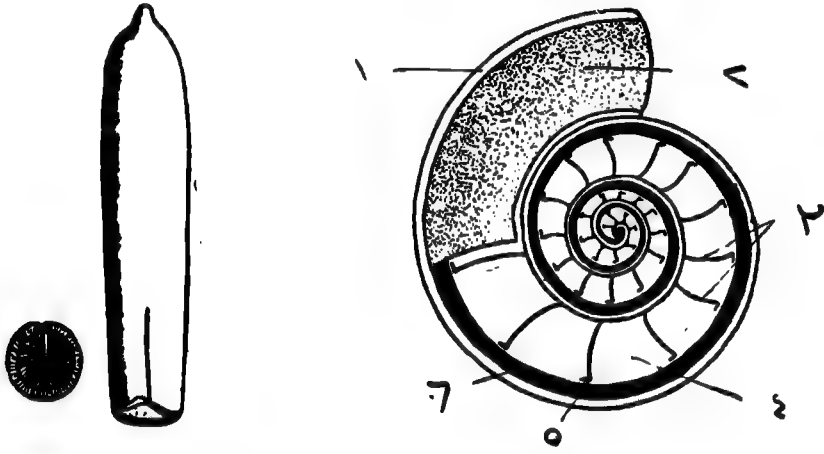
ب — الامونيات :

وهي رخويات رأسية الأرجل ذات قوقعة حلزونية تشبه قرون الخروف وقد

زين بها النحاتون القدماء رأس الاله آمون فاشتق اسمها منه . وقد تعددت أشكالها وحجومها وتزيينات قواعها .

وفي نهاية هذا الحقب كانت النصليات والامونيات قد انقرضت تماماً .
وأشهر المستحاثات الفقرية :
أ- الزواحف :

بلغت الزواحف في هذا الحقب أوج انتشارها فطبعت الحقب الثاني بطابعها الخاص بسبب وفرة عددها وشدة تنوعها وتغير أشكالها ، وكانت عملاً البحار والهواء



قوقمة بلنيت ومقطع فيها

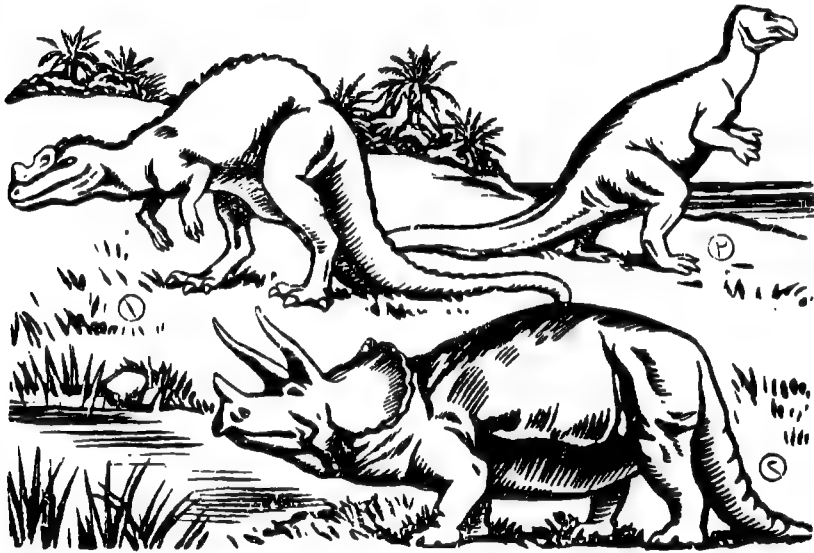
مقطع في قوقمة امونية

- ١ - قوقمة ٢ حجرة السكن ٣ - حواجز
٤ - حجرة هوائية ٥ - عنق المص ٦ - مكان المص

والارض . لكن قوة الانتشار لم تكن إلا فار قش ، فقبل أن ينتفضي الحقب الثاني انطفأت الزواحف الكبرى ولم تبق سوى الاشكال الحية التي تختلف عنها بشدة .
وتنطفئ الانواع تحت تأثير الوسط الذي يصبح مضراً بها ، اما اختفاء عدة أنماط من الاحياء فلا يمكن أن يعزى إلا إلى أسباب طبيعية :
فمن الزواحف السابحة : الايكتيوسور ، وهو زاحف يلفت النظر لجمه صفات السمك والضب والحوت والتمايح وكان طوله ١٥ متراً .

الموزاسور : وله هيئة ثمبان بطول ١٠ م وافمه أسنان حادة متسدة تدل على أنه كان لاحماً .

ومن الزواحف البرية : زمرة (الدينوسور) وهي أشهر وأقوى وأغرب الزواحف والبا تنسب أنواع ضخمة يصل ارتفاع بعضها الى خمسة أمتار وطولها بين ١٠ — ٢٥ م . وكان الديلودوكس يزن ٢٥ طناً وله رأس كبير يحمله عنق طويل ولأطرافه القصيرة القائمة خمس أصابع ذات مخالب ، وكان له ذنب كبير جداً ، ولا شك أن هذا الزواحف هو أضخم حيوان على الإطلاق عرفته الحياة على سطح الأرض .



زواحف برية

١ — سيراتوزور يحمل قرناً قاطعاً ٢ — ثلاثي القرون ٣ — ايكونودون يشبه الكنغر

ومن الزواحف الطائرة : البيترودا كتميل (مجنح الاصابع) وكان بحجم الغراب طول رأسه يعادل نصف طول جسمه وكان جذعه صغيراً وذنبيه قصيراً . وكانت أطرافه منتبجة بخمس أصابع واحدة منها أطول من الجسم وتحمل غشاءً جناحياً يشبه جناح الخفاش .

ب - الطيور :

بدأت بالظهور منذ منتصف الحقب الثاني لتحل محل الزواحف الطائرة وأكثرها شهرة: الاركيوبتركس :وهو أقدم طائر عرفته الارض ، له حجم القراب ويشبه رأسه رؤوس الطيور الحالية ، لكن فمه كان مجهزاً بأسنان ، وكانت نهاية جسمه ممتدة بذيل طويل يكسوه الريش ، أما طرفاه الأماميان فبالرغم من تحولهما الى جناحين إلا أن أصابعاً ثلاثة كانت صالحة لمسك الاشياء وذات مخالب .

وفي نهاية الحقب الثاني بدأت الطيور الخفيفة بالظهور وكانت تشبه الطيور الحالية بيد أنها كانت محتفظة بالاسنان .



الاركيوبتركس

٢ - الثدييات :

ظهرت الطلائع الثديية الاولى بأشكال ابتدائية صغيرة وكان معظمها ينتسب الى الكيسيات :

٣ - نباتاته :

فقدت خفيات الاقحاح سيطرتها وحل محلها ظاهرات الاقحاح عريانة البذور منذ منتصف الحقب الثاني وقد عرف منها السيكاسيكات والصنوبريات والسرو وأشباهاها وهي لا تزال الى اليوم.

وفي نهاية ذلك الحقب بدأت مغفلة البذور بالظهور تدريجياً . وإلى ذلك العهد البعيد
يمود الخيزران والتخيل والكستناء والخور .

الحقب الثالث ومستحاثاته

١ - اراضيه ومناخه :

تبلغ سماكة مجموع اراضيه في العالم ٤٠٠٠ م فهو إذن قصير الامد وقد قسم إلى أربعة
أدوار :

أ - الايوسين . ب - الاوليفوسين ، ج - الميوسين ، د - البليوسين .

وقد شملت البرودة المنطقتين القطبيتين في هذا الحقب ، وامتدت بينها مناطق معتدلة
واسعة ومناطق استوائية ضيقة .

٢ - حيواناته :

بدأ العالم الحيواني يقترب كثيراً من حالته الراهنة ، فاختفت في هذا الحقب النصليات
والامونيات والزواحف البرية الضخمة والطيور والثدييات .

ومن اللافقرات : كانت رأسيات الأرجل تميل الى الانقراض ولم يبق منها سوى
الاشكال الحالية ، وحل محلها ممديات الأرجل كالحناور والامنات والحلزون .

أما عن القفريات : فقد أصبحت الاسماك والصفدييات والزواحف والطيور شبيهة
بالاشكال المعروفة حالياً .

وأما الثدييات : فقد بدأت بالسيطرة على الارض في كافة القارات ولذا يعد الحقب
الثالث بحق حقبة الثدييات ، فالاشكال الاولى الصغيرة التي كانت في أواخر الحقب الثاني
قد نمت وتنوعت كما ظهرت ثدييات جديدة امتازت بمخافر أو بمخالب ، وقد تمت دراسات
مفصلة لسلالات الحصان والفيل والمجترات والحيوانات اللاحمة .

٣ - نباتاته :

سيطرت ظاهرات الالتفاح مستورة البذور في هذا الحقب وكانت تشبه النباتات

الحماية لكن توزيعها يخالف التوزيع المعروف . إذ كانت تنبت في الحوض الباريزي مثلاً أشجار التنخيل وجوز الهند والفاو . ولكن منذ منتصف ذلك الحقب بدأت هذه الأشجار بالاختفاء تدريجياً والزوح إلى المناطق الاستوائية ، وحل محلها هناك أشجار ذات أوراق ساقطة ونجيليات ملأت المراعي الواسعة ، وما أن انتهى هذا الحقب حتى زالت النباتات الاستوائية من أوربا تماماً .

الحقب الرابع ومستحاثاته

١ - حيواناته :

في هذا الحقب بعض حيوانات الحقب الثالث ويضاف إليها الإنسان . وقد انقرضت حيوانات كثيرة في مراحل متباعدة ، كما تغيرت توزيعها الجغرافي ، بحسب تغير المناخ ومن الحيوانات المنقرضة : الماموث : وهو فيل قديم بلغت قامته ٣ مترًا وكان جلده سميكًا يكسوه صوف مبثر وأشجار بلخ طولها ٨٠ سم وكان له نابان لولبيان معقوفان نحو رأسه طول كل منها أربعة أمتار .

الاييل القرن : وكان له قرنان مسطحان يمتد كل منهما مترين .

الطاووس الكبير : وكان يبلغ طوله ثلاثة أمتار .

كما هاجر بعض الحيوانات شمالاً وبعضها جنوباً واستقرت حيوانات أخرى في مواضعها واستطاعت أن تتكيف مع تغير المناخ ، كالحمار والحصان والثور والكلب ولكن بعضاً منها يسير حالياً نحو الانقراض ، كالزرافة والبيزون الأمريكي (بقر وحشي) .

الإنسان :

إن أراضى الحقب الأول والثاني وحتى الثالث لم تظهر إطلاقاً أي أثر لوجود الإنسان فيها ، لكن وجوده أكيد منذ مطلع الحقب الرابع حيث تدل عليه بقايا عظامه والادوات والآلات التي صنعها . فقد عرف الإنسان بدأً يقطع الأحجار ليصنع منها أدواته وذلك في عصر الحجر المقطوع ثم استطاع صقل الحجارة بالحك في عصر الحجر المصقول ثم

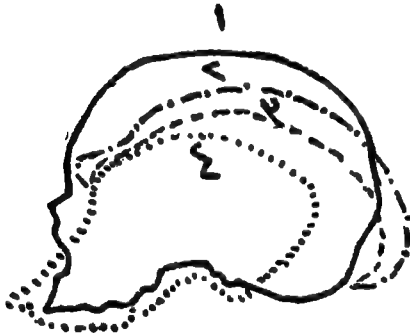
عرف المعادن واستعملها كالحديد والبرونز والحديد في عصر المعادن الذي انقضى عليه .
حوالي ١٠٠٠ سنة ق . م ومع هذا لمصر بدأ فجر التاريخ .

اجداد الانسان :

من الثابت أن الانسان الحالي لا يمت بأي صلة إلى القرود الحالية بل ينتسب إلى الثدييات
من فئة البشريات .

وتمتاز البشريات عن القرود الحالية بخفها ومهارتها ونشاطها وبظن أنها كانت قليلة
التسلق سريعة العدو . وكان لجذ الانسان القديم والقرود سمات مشتركة : كالهدوء
على الانتصاب عمودياً وتركيب الدم وقابلية الإصابة ببعض الامراض السارية ، ووجود
الانياب النامية إلا أن جذ الانسان القديم قد تميز بتطور اقسام القدم الذي تضخم
وبضمور العضلات التي كانت تمكنه من مقابلة الاصابع الاخرى .

الاولسترالوبيثيكوس : وهو أول شكل معروف لهؤلاء الاجداد وقد عثر عليه في
الترانسفال ، ويظن أنه عاش قبل مليون سنة تقريباً وهو يملك صفات القرود والانسان



لاحظ تطور نمو الجمجمة



رأس انسان فياندرتال

١ - انسان في زمننا الحاضر ٢ - انسان فياندرتال ٣ - قرد بشري ٤ - بعامة

معاً إلا أن شكل قحفه وأسنانه تبعده عن القرود وتقربه من البشريات وهو لم يستعمل أية
أداة كما لم يكن يعرف النطق ومع ذلك فقد كان ذكاًؤه يفوق ذكاء القرود الحالية .

الفرد البشري : وظهر منذ نصف مليون سنة تقريباً في جاوا والصين واورقيا وكانت قامته قصيرة وجسمه ضخماً قوياً وتلافيف مخه تشبه تلافيف مخ الانسان الحالي لكنه لم يحسن النطق وقد مارس صناعة ابتدائية .

انسان نياندرتال : وقد ظهر منذ مئة الف سنة تقريباً ، وهو بظهوره يمثل مرحلة انتقالية جديدة تماماً أو فرعاً جانبياً من الاصل . وقد دل على وجوده بقايا كثيرة من قحف وعظام وحتى هيكل كامل وقد وصف هذا الانسان بالصفات التالية :

قامته قصيرة وجسمه ضخم وساقاه قصيرتان ، قحفه متطاوول ، وجبهته مائلة الى الوراء يبرز لها قوس حاجبية كاملة وكان الانف كبيراً أو عريضاً والفك السفلي متيناً عديم الذقن وكان ابهام رجله بعيداً عن الاصابع الاخرى ، وكان يحسن مسك الاشياء بقدمه ويجيد التسلق . وقد سكن الكهوف والمغاور ومارس الصيد واستخدم الصوان المقطوع ، وكان قليل الذكاء لا يملك قدرة على التكلم لكن بصره كان حاداً .

ومعظم هذه الصفات لاتزال موجودة حالياً عند الاسكيمو والاستراليين ومع ذلك فهذا لا يعني أنهم من سلالة . وقد فتر في المصطنع على هيكل عظمي لانسان من نوع نياندرتال . الانسان الماقل : كان منتصب القامة مرتفع الجبهة ، نامي الذقن ضامر القوس الحاجبية وقد ظهر قبل انسان نياندرتال والراجح ان الانسان الحالي ينتسب اليه وتمثله اربعة عروق : عرق انسان كبريتالدي ، وعرق الانسان الكروماني ، وعرق الشانسيلاد ، والعرق ذو الرأس المستدير .

وكان الانسان الكروماني يملك كل صفات الانسان الحالي فهو دائم الانتصاب تبلغ قامته ١٨٥ سم ، قحفه متطاوول وقوسه الحاجبية قليلة النتوء والوجة بارزة والذقن نامية وظاهرة ، والاطراف قوية . وقد استعمل الاحجار بشكل مقاشط وصفيحات وابر مديية . كما عرف النقش والحفر على المعظم والخشب وأجاد الرسم والنحت . وقد رسم بالفحم والطين أشكال البزوز والماموت والرنه . ويمثل الانسان الكروماني حالياً بقايا في اسبانيا وجزر كاناري .

ثم ظهر انسان الحجر المصقول في الشرق واجتاح اوربا وعاش مع الانسان الكروماني
وصنع من الصوان فأساً ذا مقبض من قرن أيل ، وألف الكلب وبعض الحيوانات المفيدة ،
ثم زرع القمح والشعير والكتان ، وصنع القدور الفخارية والاقشة الخشنة وبنى منازل
خشبية فوق الماء وغرفاً حجرية تحت الارض لدفن موتاه .

تطور الكائنات الحية

اصل الانواع :

يبدو العالم الحي لنا ثابتاً في الوقت الحاضر . ولكن يمكن بسهولة اكتشاف وجود
التسلسل التدريجي الصاعد من البسيط الى المركب في أشكال العضويات التي تؤلف هذا العالم.
ويذكر العلماء الطبيعيون أن سر أصل الكائنات وماضيها قد شغل الانسان في كل
العهود ، وان الديانات المختلفة والفلسفة كانت أول الامور التي جربت ان تليي رغبته في الفهم
والتفسير . وهم يرون أنها لا تستطيع اعطاء إلا حلول يتقدمها قبول مبادئ أو اية سابقة .
أما العلوم الطبيعية التي كدست الوثائق والبراهين وجمعت الملاحظات وضمت النتائج التجريبية
فهي تجهد في حل المشكلة حلاً عقلياً .

وقد وضعت فرضيتان عن أصل الانواع هما فرضية الخلق واثبات النوع وفرضية التحول.

أ - فرضية الخلق واثبات النوع :

وهي القديمة على الأكثر وتعتبر الانواع ثابتة لا تتحول ولا تتبدل وأنها خلقت في بدء
الازمان مرة واحدة ودفعة واحدة ، وتفرض لها في البدء تدخل ما وراء الطبيعة ، تدخل
اقره وقبله جملة من الطبيعيين مثل Linné و Cuvier وان هذا التسلسل هو نتيجة أزلية ساكنة
لخلق سائر انواع الكائنات الحية على نفس الصورة التي توجد عليها اليوم ولقد ظلت فرضية

ثبتت الانواع « النظرية الرسمية » للعلماء الطبيعيين حتى بدء القرن للتاسع عشر ، لما اليوم فلم يبق لهذا المبدأ وهذه الفكرة بين العلماء الطبيعيين أي مدافع . ويرى علماء الطبيعيات أن هذه الفرضية لا تستند الى أي دافع إيجابي .

ب — فرضية التحول :

وتمتد أن التسلسل التدريجي الصاعد في أشكال العضويات هو صورة للمراحل التي مر بها كائن حي حتى أصبح على ما هو عليه . وبالتالي فالعالم الحي عديم الثبات وهو متطور . وانها تعتبر ان الكائنات الحية كلها قد اشتق بعضها من بعض .

ونحن نجد هذه الفرضية في كتب الهند المقدسة كما ذكرها فلاسفة كثيرون لكن القرون الوسطى لم تمر تلك الفرضية أي انتباه . ويجب أن نصل الى بدء القرن التاسع عشر حتى نراها تحيا وتبعث ببقرية لامارك Lamark الذي لم يتوصل مع ذلك الى جمل معاصريه بنحازون اليها وان شارل دارون Darwin هو الذي أدخل نظرية التطور في نطاق العلم بصورة نهائية .

ويجب علينا الآن أن نوضح حقيقة التطور ثم نوضح آيته .

وفي سبيل ايضاح حقيقة التطور نجد — — أثر العلوم الطبيعية كعلم المستحاثات وعلم التصنيف وعلم التشريح المقارن وعلم الجنين وغيرها تقدم لنا وقائع ثابتة وبراهين مقنعة تجعل فكرة تطور الكائنات الحية شيئاً لا مناص من قبوله وأن التطور هو التعبير عن الحقيقة الراهنة . وأما ايضاح آية التطور فلا يزال صعباً معقداً بالرغم من وجود عدة نظريات حاولت شرح تلك الآلية .

(وقائع التطور)

الوقائع المستمدة من علم المستحاثات :

الحصان :

ينتسب الحصان الحالي والحمار وحمار الوحش الى جنس Equus وهو الجنس الوحيد

في عائلة الخيليات Equidés ويتميز بالصفات الآتية :

أ — ان اسنان الحصان الحالي تجعله آكلًا للمشب فهو يملك ستة قواطع عليا طويلة وحادة يدخل المشب بينها وبين القواطع الستة السفلى ، ثم يقص رزمة المشب بهزة من رأسه ، فتسحقه ١٢ رحي ضخمة لها شكل جذع موشوري موجودة في كل فك . ولذا كبر اضافة على ذلك نابان في كل فك لا أثر لهما في الاثني . وتنمو اسنان الحصان باستمرار بسبب بقاء جذورها مفتوحة . ويؤدي استعمال القواطع والارحية الى ظهور ثنيات قاسية من المينا على سطح الاسنان وتأخذ اشكالاً متميزة . أما تفصل لقنبي الفك السفلي فيسمح له بحركة جانبية تؤمن طحنًا كاملاً للمشب بين التجمعات البارزة من الارحية حين تصطدم مع بعضها .

ب — ان قوائم الحصان الحالي تجعله عداءً سريعاً . فهي طويلة وتسمح له بمخطوات واسعة ومرد ذلك الى التوضع المرتفع للقطع الانتهاية من القوائم (للاصبع والرسغ) وقوائم الحصان متينة ومرنة تقاوم الجهد الكبير المبذول في الركض واما اشكال المفاصل فتسمح بحركات اهتزازية في مستوى يوازي مستوى تناظر الجسم . والقطع المختلفة من القوائم بسيطة وقوية . الكعبرة والشظية ضامرتان وملتحمتان على الترتيب مع الزند والقصبه ، وكذلك فاقطع الانتهاية المرتفعة قد اختزات في عظم واحد (المدفع وقلواء) واصبع وحيدة نامية .

أما الحافر فهو ظفر قد تضخم ليؤمن حماية كافية لحافة الاصبع وتماساً جيداً مع الارض .

تأويل الحصان :

اظهرت الحفريات التي تمت في الولايات المتحدة ان رسوبات اراضي الايوسين حتى البليستوسين غنية ببقايا مستحاثات وافرة من الخيليات . مما سمح باعادة تركيب سلسلة متواصلة من الاشكال التي تربط الحصان الحالي الى احد الخيليات المستحاثية والمسمى ايوهيوس . وان هذه الاشكال المتتابعة من السلسلة شديدة التقارب بصفتها مما يعطينا كل الحق في أن ننسب كلاً منها الى الذي قبله وننسب اليه الذي بعده . وتؤلف هذه السلسلة اجداد الحصان وتاريخه وتوضح لنا الوقائع الآتية :

٦ — تزايد ضخامة القامة . فمن قد الايوهيبوس الذي كان له قد ثعلب صغير تنتقل الى شكل له قد كلب كبير ثم تظل القامة تزايد تدريجياً حتى نصل الى الايكوس وودو الجدد المباشر للحصان الحالي وله نفس القامة الحالية .



تطور الاضراس في اجداد الحصان

- ١ — ضرس الحصان (ايكوس) ٢ — ضرس البروتوهيبوس
٣ — ضرس الميزوهيبوس ٤ — ضرس الايديبيوس ٥ — الفيناقدوس

٧ — تبدل اشكال الاسنان : كان الايوهيبوس آكلًا للحم والنبات Omnivore إذ كان يملك قواطع وانياباً وضواحك واضراس . وكانت جذور الاسنان مغلقة تحدد نموها . وكان للأرحية تاج منخفض كثير الحدبات وكانت الضواحك شديدة الاختلاف عن الارحية فقد كانت تيجانها قاطعة .

أما أحفاده فأصبحت آكلة للأوراق وند سائر نغير النظام الغذائي التبدلات التالية في الاسنان :

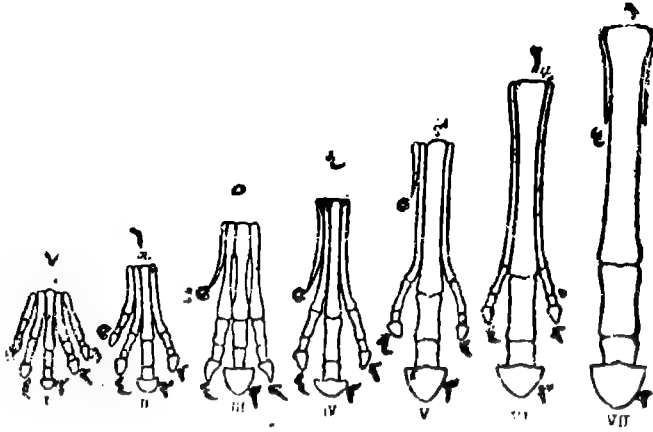
أ — تحول الضواحك الى أرحية .

ب — تبدل في شكل الاسنان الحدية حيث ارتفعت وتسطحت تيجانها وانصهرت حداثها مشكلة اعرافاً منحنية من الميناء .

واخيراً غدت سائر الاحفاد آكلة العشب فصارت الاسنان ذات نمو دائم وغدت الاعراف بشكل تجمعات بارزة .

٣ — تبدل القوائم : ان قوائم الحصان قد عانت تبدلاً على نطاق واسع :

أ — تبدل السمة والامتداد : فلقد تزايد بصورة عامة طول القوائم ، وبالتالي تسعت الخطوات وزادت سرعة الحركة وقد تم ذلك باستطالة القطع النهائية .



تطور طرف الحصان (الزمرة الاهريكية)
الاعداد الموجودة على الاشكال تدل على ترتيب الاصابع
والاعداد الموجودة فوق الاشكال تدل على نوع الحيوان كما هو مبين ادناه
١ - الحصان ٢ - البروتوهيوس ٣ - الهيراكوتيريوم ٤ - الفيناقدوس
٥ - الاوروهيوس ٦ - الهيراكوتيريوم ٧ - الفيناقدوس

ب - تطور الوضع الآلي للقدم : بينما كان الاهيوس حافري المشية إلا أن له خفاً يشبه ما للفيل الحالي . ثم ضم الخف وزاد نمو الارتباطات المفصليّة وتمتدّها مما حقق للقدم متانة ومرونة ففقدت كالنابض ، وصارت بذلك اقدر على الجري السريع .

ج - تراجع عدد الاصابع : كان للاهيوس أربعة اصابع (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤) واصبع خامسة ضامرة بشكل قلم ، وذلك في الاطراف الامامية . اما في الاطراف الخلفية فكانت الاصابع ثلاثاً (٢ ، ٣ ، ٤) .

ثم تحقق خلال الاجيال النمط ثلاثي الاصبع في سائر الاطراف بضمور الاصبع الخامسة من الاطراف الامامية وبقائها بشكل قلم يتوضع في حذاء الرسغ بينما بدأت الاصبع الوسطى (٣) تتقوى وتغدو ذات أهمية عظمية . أما في المبوسين فنلاحظ اختفاء الاصابع الجانبية (٢ ، ٤) وبقاء الاصبع الوسطى فقط .

د - ضهور الكعبرة والشظية : بينما كان يجري التحول السابق كانت الكعبرة والشظية تمانيان ضموراً وتلتحمان على الترتيب بالزند وبالقصبة مما اعطى القوائم متانة ومقاومة اعظم .

مميزات التطور في سلسلة الحصان :

١ - التطور موجه :

ان يحمل سلسلة الحصان تربينا ان تغيرات الاشكال قد نمت في اتجاه معين . وكانت الافراد بصورة عامة تبدي تزايداً في القامة ، وتلاؤماً مع الركض والعدو ، وتخصصاً في الاسنان ، مما يدل على سير التطور في اتجاه محدود غير خاضع للصدفة ويبدو هذا التطور الموجه كنتيجة لتكيف وتلاؤم وضع تشرنجي خاص مع وظيفة خاصة ضمن شروط محدودة . فما تحول القوائم سوى تطور موجه تم ليحقق للحيوان الذي يتزايد ثقلاً ، سرعة تدريجية في حركته .

٢ - عدم قابلية انعكاس التطور :

إذا تأملنا افراد سلسلة الحصان لم نجد ابداً عودة النموذج ثلاثي الاصابع الى النموذج خماسي الاصابع ولا عودة وحيد الاصبع الى ثلاثي الاصابع ، ولا تراجع نمط الاسنان آكلة العشب المتميزة بأرجحية عالية واعراف من الميناء الى اسنان آكلة اللحوم والعشب ذات الارحية المنخفضة والحديث .

٣ - سرعة التطور :

بما أن سلسلة الحصان مستمرة فيمكن أن نجد بين كل شكلين منها اختلافاً كافياً للتمييز بينها واعتبارها نوعين أو جنسين منفصلين . ونجد من الايوهيبوس الى الحصان الحالي ثمانية من هذه الاشكال المتدرجة . وقد عاش الايوهيبوس منذ ٦٠ مليون سنة فيمثل كل مرحلة من الجداول ٨ / ٦٠ = ٧,٥ مليون سنة مما يدل على أن التطور هو بطيء نسبياً . وهناك ملاحظة هامة في هذا الصدد : فمع العلم أن اسنان سلسلة الحصان قد تبدلت مع تبدل الاشكال إلا أن هذا التغير لم يكن ملحوظاً طيلة عهود الايوسين والاوليفوسين وفجر الميوسين ثم صار التغير سريعاً جداً منذ ذلك الحين حتى البليوسين ولم تتغير بعد ذلك الاسنان تقريباً . فسرعة التطور تختلف كثيراً من وقت لآخر خلال تاريخ السلسلة . فكان هناك ازمنا راحة اوزمنة نشاط تطوري أو كأن التطور يتم على شكل فقرات أكثر مما يتم على شكل استمرار .

تلك هي وقائع التطور التي قدمها علم المستحاثات عن مثال واحد هو الحصان . وقد اجريت دراسات مماثلة لثدييات أخرى ونكتفي الآن بسرده بعض الوقائع الهامة التي يقدمها علم المستحاثات كاستنداد لاثبات حقيقة التطور .

أ - ان المستحاثات لا تظهر كيفما اتفق في الطبقات الجيولوجية فاذا نظرنا الى مجموعة واحدة من المتعضيات رأينا أن مستحاثاتها تظهر على الدوام في نظام يتوافق وينسجم مع تكاملها التدريجي . بحيث يظهر الشكل البسيط في الارض الاقدم ويكون الشكل المعقد في الارض الاحدث .

— فالحشرات ذات التحولات الشكلية غير الكاملة أقدم من الحشرات ذوات التحولات الشكلية الكاملة .

— والاسماك ترجع الى الديفوني والصفادع الى نهاية الديفوني والزواحف الى الفحمي والبرمي والطيور الى الجوراسي والثدييات الى الترياسي، فأشد الحيوانات كمالاً آخرها ظهوراً.

ب — هناك مستحاثات تؤلف كائنات انتقالية بين الاشكال التي تختلف اليوم اختلافاً كبيراً ، وهذه الكائنات الانتقالية تظهر في عهد يسمح باعتبارها عمراً ومنقلاً بين النمط الأدنى والنمط الاعلى ونذكر كثال الطائر المسمى اركيوبتيك كس فهو طائر بكل وضوح يشهد على ذلك ريشه وأجنحته وأرجله ولكنه يختلف عن الطيور الحالية بصفات هامة هي بالضبط صفات الزواحف كالذنب الطويل المظائي ، والرأس المجهز فكاه على طولها بأسنان وهناك كائنات انتقالية بين الاسماك المظمية والصفادع ، وبين الصفادع والزواحف ، وبين الزواحف والطيور والثدييات ، اذ كانت ثدييات أواخر الحقب الثاني ممثلة بأشكال صغيرة تحقق تماماً الصفات المميزة لاجدادها الزواحف .

ج — لا تقتصر الدراسات على العالم الحيواني بل أثبتت المستحاثات النباتية وقائع هامة . فنحن نجد أن مملكة البذور تظهر منذ الجوراسي وقد سبقها في الظهور عريانة البذور والسراخس .
والخلاصة : ان مستحاثات مجموعة الخيليات ومستحاثات كثير من الثدييات

الآخري نجملنا نلئس مبدأ التحول لئسأ واقئياً ونجمل كل مناقشة في حقيقة مناقشة زائدة لا وزن لها .

الوقائع المستمدة من التئشريح المقارن :

تطور دماغ الفقريات : وقد مر مفصلاً عند البحث في الجملة العصبية في الحيوانات فيحسن الرجوع اليه .

نجد في هذه الدراسة ترقبياً للأشكال المضوية يصمد من البسيط الى المعقد وببحث أن الأشكال المضوية البسيطة هي القديمة والأشكال المضوية ذات التعقيد الأكبر هي في الترتيب الأحدث .

وبدلنا التئشريح المقارن أيضاً على الأعضاء المتقابلة في الحيوانات والتي قد يكون لها نفس الوظيفة وقد لا يكون أكنها متائلة من حيث ارتباطاتها ومن حيث هندستها العامة . — فجنأ الطائر هو شيء آخر بالنسبة لجنأ الحشرة . بيد أن جنأ الطائر يقابل ذراع الإنسان لأن هاتين الزائدين موضوعتان على الجسم بصورة متشابهة وتلقيان نفس الأعصاب ونفس الأوعية الدموية ومبئيتان في الأساس على نفس الصورة وهكذا فالأعضاء المتقابلة هي أعضاء لها نفس الأصل .

— أن هيكل مجذاف الفقمة وهيكل ذراع الإنسان وهيكل جنأ الطائر هي نفسها في الأساس وتمثل طرفاً تخصص خلال الأزمان في اتجاهات مختلفة وهو أحد الوقائع التي نبت حقيقة التطور .

— أن التكامل التدريجي لمضو من الأعضاء (الدماغ ، القلب) يكون موازياً للتكامل التدريجي لمجموع المتعضية . فالقلب ليس له إلا أذينة وبطين في الأسماك التي هي أقل الفقاريات تعقداً وأقدمها زمناً ، وهو يحتوي على أذيتين في كافة الفقاريات الآخري ويحتوي على بطينين في التماسيح والطيور والثدييات .

— في كثير من الحالات تفقد بعض الأعضاء وظيفتها أو تتخذ وظيفة جديدة فنضمراً قليلاً أو كثيراً وكصبح في بعض الأحيان غير معروفة إذا لم يلجأ إلى دراسة ارتباطاتها . فالزائدة الدودية في الأعور المعوي في الإنسان تمثل في أشباه الإنسان بقية عضو واسع النمو في ثدييات أكثر ابتدائية .

نظريات التطور

أثبتت لنا وقائع علم المستحاثات ، ووقائع التشريح المقارن ووقائع علم الجنين ، حقيقة تطور العالم الحي بصورة لا تقبل الجدل ، ودلتنا الوراثة على قابلية تغير الانواع . ومع ذلك فان آلية التطور لاتزال غامضة ولدينا ثلاث نظريات تحاول تمليله .

(الماركيز)

ويمود الفضل الى العالم لامارك (١٧٤٤ - ١٨٢٩) في وضع أول نظرية عامة في تفسير التطور ، شرحها في كتابه « فلسفة الحيوان » (١٨٠٩) وهي تركز على قانونين : قانون التكيف وقانون توارث الصفات المكتسبة .

١ - قانون التكيف : النص :

(في كل حيوان لم يكتمل نموه بفضي استعمال عضو من الاعضاء اكثر من غيره استعمالا دائما الى نمو العضو وتقويته ، واكتسابه قدرة متناسبة مع مدة هذا الاستعمال . وفضي الاهمال الدائم وعدم استعمال هذا العضو الى اضافته وضموره حتى يزول في النهاية) . يريد لامارك أن يقول : ان الاحياء تغير صفاتها تدريجياً فتكتسب على الدوام صفات جديدة تحت تأثير البيئة والوسط . وتقوم عوامل الوسط بتوجيه وظائف الاعضاء التي تتبدل قليلا قليلا . وبالنتيجة يريد أن يقول ان الوظيفة تخلق العضو .

أ - هل الاحياء عرضة للتغير بتأثير الوسط ؟ لاحظ لامارك أن زراعة النباتات في أقاليم تختلف عن الاقليم الذي اعتادت أن تعيش فيه يؤدي الى تبدل بعض صفاتها واكتساب صفات جديدة تحدث بتأثير عوامل البيئة الجديدة .

ب - هل الاحياء تتكيف مع الوسط ؟ يؤكد لامارك أن تكيف الاحياء مع الوسط ثابت وهو يظهر بالتكيف الشكلي والتكيف الفيزيولوجي .

أولاً - التكيف الشكلي : وتدل عليه الوقائع التالية : ضمور العيون في

الحيوانات التي تعيش في المغاور والكهوف - فقدان الاطراف عند الحيوانات الزاحفة (أفمي ، ديدان) - تلاؤم اسنان الثدييات ، والقطع الفموية في الحشرات مع النظام الغذائي لكل منها - طول عنق الزرافة التي عاشت في ارجاء غير متمشبة فاضطرت الى أن تشرئب بمنقها لتصل الى الاوراق العالية في الاشجار - اكتساب الفشاحي السباحي بين الاصابع في حيوانات مائية مختلفة الصنوف (ضفدع ، بط) الشكل السمكي والزعانف في الكواسج والحوتيات والايكتيوسور - أعضاء الطيران في الخفاش وفي البثيرودا كتيل .

ثانياً - التكيف الفيزيولوجي : تسارع ضربات القلب عند زيادة الجهد العضلي لكي يلائم منسوب الدم حاجة العضلات العاملة ، وغزارة الادره تالين في نفس الوقت ، لكي يؤثر في الكبد فيؤدي الى غنى الدم بالسكر اللازم للعمل العضلي .

٢ - قانون توارث الصفات المكتسبة :النص :

(كل ما أ كسبته الطبيعة أو افقدته من صفات الافراد نتيجة لتأثير مستمر لموامل البيئة ينتقل بالوراثة الى الانسال) ويريد لامارك أن يقول : ان الصفات المكتسبة بتأثير الوسط تصبغ وراثية إذا كانت عوامل الوسط قد أثرت لمدة طويلة ، وكل تحول لا ينتقل بالوراثة هو عديم القيمة التطورية لانه لا يكون منطلقاً لاشكال جديدة .

وأخيراً فمع أن الحيوانات والنباتات تتأثر بموامل الوسط وتتغير لذلك بعض صفاتها ، لكن فكرة أن الوظيفة تخلق العضو مبالغ فيها جداً ولا يمكن أن تقبل بها لكي نفسر ظهور اعضاء جديدة فالحاجة لاحد الاعضاء لا تخلق هذا العضو عند الكائن أبداً . كما أن مسألة وراثة الصفات المكتسبة يجب أن تخضع للتجارب فلقد وجدنا في دراسة الوراثة أن التغيرات الناشئة من تأثير الوسط هي تغيرات فردية جسمية تصيب الكائن نفسه ولا تصيب انساله حين يعيشون في الشروط الطبيعية .

(الداروينية)

وهي نظرية الاصطفاء الطبيعي :

ولد دارون سنة ١٨٠٩ أي حين ظهر كتاب فلسفة الحيوان للامارك ، وبعد

اربعين سنة ١٨٥٩ وضع نظريته في كتاب اصل الانواع . وقد اعتمد فيها على كثير من الاكتشافات التي تمت في النصف الاول من القرن التاسع عشر كالبنية الخلوية والكيمياء الحيوية والفيزيولوجيا ومبادئ علم الجنين .

واعتمد ايضاً على اطلاعاته الخاصة التي تهيأت له في رحلة طويلة الى اسريكتا الجنوبية وجزر اباسفيك ، واستفاد من النتائج التي حصل عليها بمضربي الحيوانات من التهجين بين انواع مختارة تحمل صفات خاصة حيث حصلوا بعد عدة انسال على حيوانات تحتوي اكثر فأكثر على تلك الصفات واضحة بارزة . وهذا ماسمي بالانتقاء الاصطناعي .

ويمكن تلخيص نظرية دارون على الشكل الآتي :

١ - الكائنات الحية تتغير :

فسائر الوقائع تدل على حقيقة التطور اما سببه فيجب التفتيش عنه في تأثير الوسط . وقد ميز دارون بين تغيرات ناجمة عن عوامل البيئة وتغيرات مباشرة فجائية تحدث بدون تغير عوامل الوسط وقال انها مجهولة الاسباب . وكذلك فهذه التغيرات وراثية وتحدث في كافة الاتجاهات وبدون ترتيب ثابت .

وهنا يظهر في الامر شيء يناقض الوقائع فنحن قد وجدنا ان التطور موجه ، ويتم في اتجاه مستقيم دائم فكيف تقبل حدوث التغيرات بدون ترتيب ثابت ؟ وهنا يجد دارون فكرة نظريته الاساسية وهي الانتقاء الطبيعي .

٢ - التغيرات موجهة بالانتقاء الطبيعي :

اعتمد دارون ان الطبيعة تقوم باسطفاء يشبه الاسطفاء الاصطناعي الذي يقوم به مربو الحيوانات . وذلك من تلاقح انواع برية ، فينشأ من سلالتها انواع جديدة . لكن السؤال يعود الآن بشكل آخر : ماهي اسباب هذا الانتقاء ؟ ويجب دارون على ذلك بفكرتين جديدتين هما نازع البقاء ، وبقاء الاصالح .

أ - تنازع البقاء :

لاريب ان هذه الفكرة مستوحاة من الاقتصادي Malthus الذي بين ان الصعوبات التي عايتها انكثرتا في مطلع القرن التاسع عشر لتأمين الغذاء لشعبها كانت نتيجة تكاثر ابناء الشعب تكاثراً لا يتناسب مع انتاج الغذاء . فتبنى دوران هذه الفكرة وقال ان الانواع التي تمبش حرة في نفس البيئة وتكاثر بسرعة ، عرضة للتنازع في سبيل الحياة وتأمين الغذاء حتى ان ذلك يقع بين افراد النوع الواحد ايضاً . فاشعاب كانت تهاجم حيوانات اخرى وتتنازع الفرائس مع الحيوانات الاخرى اللاحمة ، لكنها بسبب تكاثرها السريع بدأت تتنازع بين بعضها ومات قسم كبير منها جوعاً . بينما لم يحصل ذلك عند شعاب المناطق الباردة التي كان يميت البرد قسماً عظيماً منها قبل ان تتكاثر فبقيت قلة مختارة . والتناقص الناتج عن تنازع البقاء يظهر بصورة اوضح في الانواع ذات التكاثر الفاحش ، فمع ان زوجاً من الضفادع او من السرطان ينتج آلافاً من البيوض ، الا ان مايبقى في النهاية لايزيد على زوج واحد قادر على التكاثر .

ب - البقاء للاصلح :

ان البقاء رأي دارون هو لافراد الذين تمكنوا جيداً من الدفاع عن وجودهم . ان الشعاب التي تبقى حية فتمثل النوع ويحمل صفاته هي الشعاب الاسرع جرياً والامكر حيلة والاشد صبراً والاكل احتياجاً ، اي تلك التي قلت احتياجاتها بسبب حسن تسليحها . ففي الاقاليم القاسية ذات البرد القارس تبقى الشعاب ذات الفراء السميك الذي يحقق لها مقاومة شديدة للبرد . وهكذا يحقق تنازع البقاء انتقاءً بين افراد النوع الواحد ، فالافراد التي تملك صفات جيدة مختارة ، فيزولوجية كانت ام شكلية هي التي ستبقى لتمثل النوع وتكاثر ، ويكون تكيف احفادها اكثر مودة حيث تظهر متميزة بالصفات المفيدة اللازمة لحياتها . ان الانتقاء الطبيعي موجه هام لتطور الانواع .

واخيراً نجد داروين يسير مع لامارك في البدء من حيث اثر الوسط في التغيرات ويضيف فكرة ظهور التغيرات المباشرة الفجائية ، ولكن هذه التغيرات كما وجدنا

لا تنتقل وراثياً بصورة عامة . واما عن قيمة الانتقاء الطبيعي فمع انه يبدو عاملاً من عوامل التطور لكنه غير ضروري له لانه لا يحقق دائماً تمايزاً طورياً للانواع ، ففي بعض الحالات يميل الانتقاء الطبيعي الى ثبات النوع وهناك مثال نموذجي في هذا الصدد : في حديقة عالم احياء امريكي ١٣٦ طائراً ، صادفها عاصفة شديدة فمات منها ٩٤ وعاش ٧٢ طائراً . وقد ثبت ان الـ ٧٢ ليست احسن الطيور ، وانها تحمل الصفات المتوسطة للنوع . ففي الدفاع ضد المواقف كان النمط المتوسط هو الاصلح . ويبدو من هذا المثال ان عوامل الانتقاء الطبيعي اختارت للبقاء النوع الوسط وليس الاحسن . عدا عن ان عوامل الموت العارض لا تختار الاحسن وغير الاحسن .

(الالفجائية)

وهي نظرية التحولات الفجائية :

وضعت هذه النظرية عام ١٩٠٠ من قبل العالم الحيوي الهولاندي هوغو دوفريس Hugo de Vries وقد استوحاها من عدة وقائع منها :

انه فحش عن نبات يجري عليه تجاربه لمعرفة التبدلات التطورية . فاختر عدة نباتات وزرعها ، فلاحظ بين آلاف الافراد الناتجة ذات الشكل الطبيعي عشرات الاشكال الجديدة التي ظهرت فجأة والتي لم تكن معروفة سابقاً . وحين تصالبت هذه الاشكال الجديدة مع بعضها بقيت انسائها محتفظة بالتغيرات مما يدل على انها تمثل نباتاً جديداً . وقد سمي هذا التحول الفجائي الذي غدا وراثياً بالافتجاء . فقال ان الانواع التي تبدو ثابتة عادة ، ومفصولة تماماً ، ومستقلة بعضها عن بعض ، تمر بفترات هزات تظهر خلالها تغيرات مفاجئة تندو وراثية . وهكذا يولد في نفس الوقت عدد من الانواع الجديدة المتباينة عن بعضها البعض والتميزة عن النوع الاصلي بجملة من الصفات . فالافتجاء هو الآلية الضرورية للتطور الذي على عكس مارآه لامارك ودارون لا يكون بطيئاً ومستمرأ بل يحصل بقفزات مفاجئة ويشبه صعود السلم .

لكن الافتجائية لم تشرح كل صفات التطور ، وكذلك فالصفات الجديدة اتي ظهور في الافراد الذين عانوا الافتجاء ، هي صفات لا تسمح باخراج هذه الافراد من فوعه بل تسمح لها بأن تمثل عرقاً جديداً داخل النوع . وبالتالي فالافتجائية لا تفسر الانتقال من نوع الى آخر ولا التطور من جنس لآخر او من صف الى الذي يليه . زد على ذلك ان الافتجاء قد يمر عن زوال جملة من الصفات ، وان التغيرات التي تحدث بالافتجاء هي تغيرات في صفات مقبورة وراثياً . فالافراد الجدد لا يحتفظون بالصفات الجديدة الا عند حالات العزل الدائم ، واستمرار التصلب بين بعضها فقط . اما في الشروط الطبيعية حيث يمكن ان تتصلب مع افراد النوع الاصلي فان ماتبقى لها من الصفات تسمح فقط باعتبارها عرقاً محلياً قليل التميز . ومن هنا فالقيمة التطورية للافتجائية قليلة .

(الآلية الأساسية للتطور — التغيرات الوراثية)

اندارونية الحديثة :

ويدافع عنها (هولدان وسامبسون) حين يردان التغيرات التطورية الى ثلاثة جذور هي : التأثير غير المباشر لموامل البيئة . وآلية التكاثر الجنسي ، والافتجائية . اذ لابد ان يختلف الفردان المتزاوجان عن بعضها بعدد من التغيرات الناشئة عن عوامل البيئة غير المتشابهة بالنسبة لكليهما ومع ان هذه الصفات لا تكون بحد ذاتها وراثية الا انها تؤثر في الوضع الطبيعي للتزاوج مما يسمح او لا يسمح بنقل جزء من صفات الافراد الى احفادهم او اختفاء بعض صفات الآباء وعدم ظهورها في الاحفاد . وكذلك فالالقاح يشمل اجتماع المورثات ببعضها فكلما كانت هذه المورثات متشابهة كانت التغيرات طفيفة جداً . ومن بين الافتجاءات يجب ان تلقى معظم الاهمية على الافتجاء الذي يصيب المورثات نفسها ، فمما ننذ نحصل على منبع حقيقي للصفات الجديدة .

التطور التجويبي :

وضع لسنكو وميتشورين (عالمان روسيان) افكاراً جديدة في مضمار الوراثة

والتطور . فيها يقبلان مبدأ الوراثة المندلية المورغانية الذي يقوم على فكرة المورثات المحمولة على الصبغيات ، لكنها بصران على أن العناصر الأخرى من المادة الحية هي أيضاً حاملة لوراثة خاصة . وقد استطاعا بواسطة التطعيم بين أنواع مختلفة الحصول على أنواع ذات وراثة مترججة تعطي مع تنابع الانسال أنواعاً جديدة تحمل صفات ثابتة ، كما اتبعا أيضاً طريقة تغير عوامل البيئة بحيث تؤثر في فترات خاصة كتعريض القمح للبرد والرطوبة فحصل قمح جديد اذا زرعت بذوره في الربيع أعطى محصوله في الصيف (قمح ريممي) ووفر بذلك فترة الشتاء التي كان يقضيها القمح في التربة . واستخدما طريقة التصالب بين أنواع مختلفة تماماً عن بعضها من حيث الأصل والوسط الملائم فحصلوا على أنواع جديدة تختلف عن الأنواع التي استخدمت في التجربة .

ويعتقد ان الجديد في هذه الطرائق هو الاستعادة : أي أن الأفراد الناتجة تستعيد صفات كانت لها قديماً ، وكذلك يقدو صحيحاً في هذا المجال أن تأثير الوسط على امكانيات تثبيت الصفات بواسطة الخلايا الجنسية يحدث تغيرات تقود وراثية .

اذا كانت بعض التبدلات التطورية تبدو نتيجة للصدف ، فإن معظمها على العكس من ذلك هو موجه بدقة وذلك بفضل ثلاثة عوامل تلعب دوراً في هذا التوجيه :

١ — الانتقاء الطبيعي :

وهو انتقاء يجب أن لا يفهم حسب ما أورده دارون من أنه نتيجة لتنازع البقاء وبقاء الأصلح ، بل ان الانتقاء يحقق الأفضلية لمن كان أكثر تكيفاً مع وسطه أو بالأحرى لاولئك الذين يتكيفون بسرعة وسهولة مع تبدلات الوسط .

فبعد مثل هؤلاء الأفراد يمكن المورثات التي اصطفت أن تحقق انتشاراً متزايداً في المجموعة التي تتغير تبعاً لذلك في الاتجاهات التي تحقق أحسن تكيف إجمالي .

٢ — شروط الحياة :

يقول لينسكو ان اكتساب الصفات الجديدة والمضاهيها في سلسلة الاجيال

متعلق دائماً بشروط حياة العضوية . ومن هذا القول نجد أن تغيرات العوامل الوراثية هي موجة بصورة طبيعية او يمكن توجيهها تجريبياً بفعل الوسط الفيزيائي والحيوي .

٣ - بعض عناصر المادة الحية بتأثير خارجي :

إذا حقن حيوان بجراثيم حية من شكل (آ) وجراثيم ميتة من نفس النوع ومن شكل (ب) ، يلاحظ ظهور صفات الشكل (ب) عند الشكل (آ) وهذه الصفات التي اكتسبها الشكل (آ) تنتقل الى الاحفاد وتبقى فيها . وبفسر ذلك بتدخل نوع من المحوض النووية . أي أنه يمكن احداث الافتجاع بتغير الوسط بعامل كيميائي محدود من المادة الحية .

لا بد قبل أن نختم موضوع التطور من الاشارة الى فكرة تحدد التطور . اذ أن هناك حدوداً للسلاسل التطورية في المتعضيات وأن امكانيات التغيرات الوراثية ليست بالامكانيات التي لا تنتهي ولا تنضب .

فهنالك أشكال قد توقف تطورها منذ زمن بعيد كالتوتّي التي بقيت هي نفسها منذ السيللوري . ولكنهم لا ينظمون القول ان هذه المتعضية ستبقى على حالها بصورة نهائية ، لان التطور قد يتوقف ، فالتحدييات التي بدأت في الترياسي قد بقيت على التقريب كماهي خلال الحقب الثاني ثم تلافى أمرها بعد ذلك .

ويرى العلماء أنه في البدء تظهر التغيرات الوراثية في الحالة العامة في كافة الاتجاهات على شكل يشبه الانفجار ، ثم يكون كل تغير وراثي مبدأ لسلسلة متفرعة تبدو فيها تغيرات أقل سعة .

فالشعب الكبيرة من عالم الحيوان كانت كلها متشكلة في بدء الحقب الاول ولم يظهر منها أي شيء بعد ذلك من جديد فالتطور قد بذل جهده الكبير في الماضي اما بعد ذلك فلم يقيم الا بهذيب صنمه وأثره .

صفحة

٢٠٦	الدوران في الاوردة
٢٠٨	البلفم والدوران البلفمي
٢٠٩	جهاز الدوران في الفقاريات

الوحدة الثالثة

٢١٤	التغذية في النباتات
٢١٨	الساق
٢٢٦	الورق
٢٢٩	الجذر وامتصاص الاغذية
٢٣٥	التركيب الضوئي او اليخضوري
٢٤٩	التغذية الأوتوتية
٢٥٣	التطفل والتعايش
٢٥٨	التنفس في الانسان
٢٦٧	التنفس في النبات
٢٧٤	نتائج التنفس : الحرارة الحيوانية
٢٨٠	جهاز التنفس في الفقاريات
٢٨٣	• افراز الفضلات : افراز البول
٢٩١	: ابراز العرق والصفراء
٢٩٥	: طرح الفضلات في النباتات
٢٩٧	الفدد الصم والحيوانات
٣٠٨	• النمو في الحيوانات والنباتات

الوحدة الرابعة

٣١٨	الوراثة
٣٢٢	تجارب النغولة
٣٢٧	قوانين ماندل
٣٣١	الاحقاب الجيولوجية : الحقب الابتدائي ومستحاثاته
٣٣٢	: الحقب الاول ومستحاثاته
٣٣٥	: الحقب الثاني ومستحاثاته
٣٣٩	: الحقب الثالث ومستحاثاته
٣٤٠	: الحقب الرابع ومستحاثاته
٣٤٣	تطور الكائنات الحية
٣٤٤	وقائع التطور
٣٥١	نظريات التطور : اللامركية
٣٥٢	: الدارونية
٣٥٣	: الافتجائية
٣٥٦	الآلية الاساسية للتطور

فهرس

الوحدة الاولى

صفحة

٣	الحياة والتكاثر
٩	جهاز التكاثر في الإنسان والتخلق
٣٢	النسج الحيوانية
٣٩	اعضاء التكاثر في النباتات الراقية
٥٤	تكوين الثمرة والبذرة
٥٧	النسج النباتية
٦٩	الحركة في الانسان : العظام ونموها
٧٩	: العضلات
٨٣	: فيزيولوجيا العضلات
٩٤	: الجملة العصبية والاعصاب
٩٨	: الجملة الدماغية الشوكية
١١٤	: الجملة العصبية الاعاشية
١١٦	الدماغ في الفقاريات
١٢٣	اعضاء الحس والحواس : الجلد وحاسة اللمس
١٢٩	: العين والرؤية
١٤٠	الحركة والحس عند النباتات

الوحدة الثانية

١٤٧	وظائف التغذية
١٤٨	الاغذية والفيتامينات
١٥٤	انبوب الهضم وفيزيولوجيا الهضم
١٧٣	امتصاص الاغذية
١٧٥	جهاز الهضم في الفقاريات
١٨٠	الدم ووظائفه
١٨٩	جهاز دوران الدم : القلب
١٩٢	: الاوعية الدموية
١٩٤	فيزيولوجيا الدوران
١٩٥	فيزيولوجيا القلب
٢٠١	الدوران في الشرايين
٢٠٥	الدوران في الشعريات

